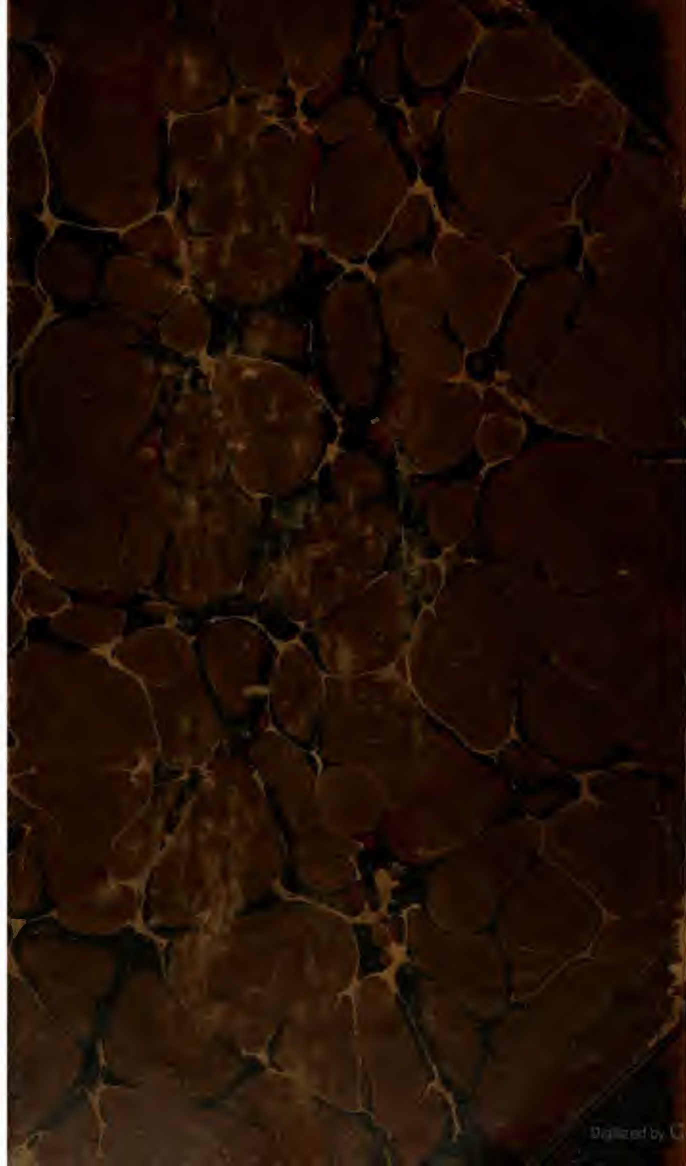






ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON **MAX v. PETTENKOFER.**)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. E. CRAMER, Heidelberg; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Oberstabsarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen.

HERAUSGEGEBEN

VON

H. BUCHNER, J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

O.Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

MÜNCHEN STRASSBURG WIEN LEIPZIG BERLIN.

ACHTUNDZWANZIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1897.

Inhalt.

Die Aschebestandtheile der Cholerabacillen.

Von

Prof. Dr. **E. Cramer.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Heidelberg.)

Ueber die Aschebestandtheile der Bacterien ist so gut wie gar nichts bekannt. Nencki[1]) macht einige Angaben über den Procentgehalt an Asche bei einer Anzahl von Bacterien. Die Angaben von Nencki sind nur sehr ungenau. Um analysenfähiges Bacterienmaterial zu gewinnen, kochte Nencki seine Culturen mit verdünnter Salzsäure. So gelang es ihm zwar unschwer die Eiweisskörper zu fällen, aber er erhielt naturgemäss ganz erhebliche Verluste bei den Aschebestandtheilen. Er fand sie, wie ich in früheren Arbeiten dargethan habe, durchweg zu niedrig. Brieger[2]) macht einzelne Angaben über die Natur der verschiedenen Aschebestandtheile. Er fand Calciumphosphat, Magnesiumphosphat und schwefelsaures Natrium. Quantitative Bestimmungen der genannten Substanzen werden vermisst.

Weiterhin finden wir kurze Angaben von Aschebestimmungen in den Arbeiten von Nägeli und Löw, ferner bei Kappes[3]),

1) Ueber das Eiweiss der Milzbrandbacillen. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. XVII, S. 2608. Ueber die chemische Zusammensetzung der Fäulnisbacterien. Journal für praktische Chemie, Nr. 5, Bd. XX, S. 443.

2) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. IX, S. 7.

3) Analyse der Massenculturen einiger Spaltpilze und der Soorhefe. Leipzig, Dissert., 1891.

welcher beim B. xerosis 9,52 % und beim B. prodigiosus 13,47 % Asche in der Trockensubstanz ermittelte. Alle die genannten Angaben leiden an zwei Mängeln. Einmal berücksichtigen sie nicht die Umstände, welche eine Schwankung der gesammten Aschenmenge hervorrufen können, und dann sind eigentlich durchweg quantitative Bestimmungen der einzelnen Mineralsubstanzen nicht gemacht worden.

Auch Nishimura[1]) bestimmte unter Rubner's Leitung den Aschegehalt von Bac. Nr. 28 bei Wachsthum auf Kartoffeln, ohne sich sonst auf das Verhalten der Aschebestandtheile weiter einzulassen.

Bei meinen früheren Untersuchungen über die Zusammensetzung der Bacterienzellleiber[2]) habe ich naturgemäss auch den Aschegehalt untersucht. Ich fand denselben enormen Schwankungen unterworfen, und die Schwankungen von einer Reihe von Bedingungen z. B. in erster Linie von dem Aschegehalt des Nährbodens, dann von der Wachsthumsdauer und der Wachsthumstemperatur und von andern Umständen mehr abhängend.

Bei den Kapselbacillen, z. B. dem Kapselbacillus von Pfeiffer, dem Friedländischen Kapselbacillus, dem Rhinosklerombacillus etc. fand ich, je nachdem in der Trockensubstanz des Nährmateriales die Aschebestandtheile vermehrt oder vermindert waren, im Maximum 13,94, im Minimum 7,79 % Asche in der Trockensubstanz. Für den Pfeiffer'schen Kapselbacillus ermitteltete ich bei Wachsthum auf gewöhnlichem Agar einen Gehalt an Mineralsubstanzen von nur 1,02 % in der feuchten Bacterienmasse. Noch grössere Schwankungen konnte ich bei den Cholerabacillen[3]) nachweisen. Hier fand ich bei Wachsthum auf einer besonders kochsalzreichen 1 proc. Sodabouillon (mit ca. 4,5 % Asche) 25,87 — sogar 33,87 % Asche in der Trockensubstanz, im Mittel 3,6 % Asche in feuchten Bacterienmassen; anderseits bei einem solchem auf einer aschenarmen

---

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XVIII, S. 358.

2) Archiv f. Hygiene, Bd. XII u. XIII.

3) Cramer, a. a. O., Archiv f. Hygiene, Bd. XXII.

(0,6 %) Uschinskylösung 7,14—14,74 % Asche in der Trockensubstanz. Gewiss Zahlen, die hinreichend darthun, dass der Aschegehalt der Bacterien, je nach dem Nährmaterial, enormen Schwankungen unterworfen ist und dass man von einem normalen oder typischen Aschegehalt der Bacterien zu reden nicht berechtigt ist.

Bei diesen Untersuchungen hatte ich des öfteren auch die Natur der einzelnen Aschebestandtheile durch qualitative Reactionen festzustellen versucht.

Ich hatte Phosphorsäure, Chlor, Schwefelsäure, Kalium, Natrium etc. unschwer nachweisen können. Genauere quantitative Bestimmungen der einzelnen Mineralsubstanzen hatte ich aus Mangel an Material nicht anstellen können.

Ich habe nun derartige Untersuchungen bei drei Choleraarten verschiedener Provenienz:

Cholera Shanghai (am längsten im Laboratorium gezüchtet),

Cholera Hamburg Winter 1893,

Cholera von Bürgeln in Hessen

angestellt und möchte in Folgendem darüber berichten.

Die Hauptschwierigkeit bei derartigen Analysen ist natürlich die Gewinnung von einwandsfreiem sicher reinem Material.

Einmal geht bei dem geringen Aschegehalt der meisten Bacterienarten sehr viel Zeit und Arbeit verloren bis man das nöthige Untersuchungsmaterial beisammen hat. Dann es ist schwer, die zu analysirende Asche rein zu erhalten, Beimengungen von Aschesubstanzen aus dem Nährmaterial zu vermeiden, so dass man keine falschen Resultate vorgetäuscht erhält.

Bei den Kapselbacillen wäre ich nicht wohl zum Ziele gelangt. Bei dem geringen Aschegehalt derselben hätte es eines ungemein grossen Aufwandes von Zeit und Arbeit bedurft, um hinreichend Material zur Analyse zu erzielen. Viel leichter war es bei den Cholerabacillen. Da dieselben auf aschereichen Nährböden 25—30% Asche in Trockensubstanz besitzen, so war

hier die Materialgewinnung erheblich günstiger, zudem war die Rein-Massencultur erheblich erleichtert. Die Beimengung von Aschebestandtheilen aus dem Nährboden ist am leichtesten zu vermeiden. Die Eigenschaften der Cholerabacillen, ein Häutchen zu bilden, macht dieselben zu derartigen Untersuchungen besonders geeignet.

Ich habe daher die 1 proc. Sodabouillon von Damen als Nährmaterial benutzt und immer 2 l in fünf Bechergläsern à 400 ccm mit einem übergreifenden Glasdeckel vor Infection und Verdunstung hinreichend geschützt[1]), in den Thermostaten gebracht. Am dritten Tag, wenn das Häutchen kräftig gewachsen war, wurde abgeerntet, im Vacuum bei Temperaturen nicht über 38° C. getrocknet und vorsichtig unter sorgfältigem Vermeiden von zu starkem Glühen, eventuell unter wiederholtem Ausziehen der schwarzen Kohle mit Wasser verascht, bis eine weisse, höchstens leicht graugefärbte Asche resultirte.[2])

Abgesehen von sonstigen Vorzügen hat die Methode, Bechergläser mit flüssigem Nährmaterial zu verwenden, den Vortheil, dass die Reincultur wesentlich erleichtert wird. Im Gegensatz zu den früheren nicht so seltenen Misserfolgen bei den Plattenmassenculturen habe ich eigentlich nur einmal eine Luftinfection beobachtet. Sonderbarer Weise handelte es sich um Tetanussporen, die sich offenbar infolge von unvorsichtigem Manipuliren in einem bacteriologischen Curs dem Laboratoriumstaube beigemischt hatten und gleichzeitig mit den Cholerabacillen zu kräftiger Entwickelung gelangten. Eine Erscheinung, die nach den Untersuchungen von Kedrowsky[3], nichts Auffälliges mehr hat.

Dass übrigens trotz des relativ bequemen Arbeitens der Verbrauch an Nährmaterial ein ziemlich bedeutender war, geht

1) Zudem gestattete der Thermostat eine künstliche Befeuchtung der Luft.

2) Die vor dem Abernten vorgenommene mikroskopische Untersuchung gab hinsichtlich der morphologischen Verhältnisse nichts Besonderes.

3) Kredowsky, Ueber die Bedingungen, unter welchen anaërobe Bacterien auch bei Gegenwart von Sauerstoff existiren können. Zeitschrift f. Hygiene, Bd. XX.

daraus hervor, dass nahezu 300 l Sodabouillon verbraucht wurden, wobei allerdings gleichzeitig Material zu einer weiteren Arbeit gewonnen wurde. Um möglichst gleichmässiges Nährmaterial zu erzielen, haben wir immer 10—12 l Fleischsaft in einem grossen emaillirten Topf zusammen verarbeitet und in demselben Topf über freiem Feuer die Sodabouillon fertiggestellt. Die klare Sodabouillon wurde dann in grosse Kolben abgefüllt und sorgfältig sterilisirt. Dass die unvermeidlichen Schwankungen in der Zusammensetzung der Bouillon sehr gering waren und gegenüber den absichtlich gewollten keine Rolle spielten, geht aus dem weiter unten Ausgeführten ohne weiteres hervor.

Um mich von meinem gleichmässigen Arbeiten zu überzeugen, habe ich, wenn irgend thunlich, die Trockenrückstände der Ernten quantitativ bestimmt. Die gleichmässigen nur wenig schwankenden Trockengehalte der verschiedenen Cholerabacillen auf den verschiedenen Nährböden (s. Tab. I.) beweisen unter anderm auch die nahezu gleichmässige Zusammensetzung der letzteren.

Tabelle I.

Trockensubstanz der Cholerabacillen verschiedener Provenienz.

Bürgeln			Shanghai			Hamburg, Winter		
normale Sodabouill.	+ 4% Na_3PO_4	+ 3% NaCl	normale Sodabouill.	+ 4% Na_3PO_4	+ 3% NaCl	normale Sodabouill.	+ 4% Na_3PO_4	+ 3% NaCl
14,46	—	16,60	13,28	13,68	15,34	14,45	13,68	13,56
		15,99	15,68	13,71	16,32	14,64	12,89	14,57
		15,80	15,46	12,91	15,44	16,00	13,98	13,02
		14,25	14,56	12,17	15,90	12,50	12,69	13,04
			12,56	13,90	15,48	15,62	12,90	14,32
			15,07		15,26	14,19	14,35	14,25
								13,12
14,46		15,66	14,44	13,28	15,62	14,57	13,42	13,78

Im Mittel = 14,40% Trockensubstanz
= 85,60% Wasser.

Es wäre nun ganz falsch gewesen, die Zusammensetzung der Asche auf der gewöhnlichen sog. normalen Sodabouillon zu untersuchen. Es musste von vorneherein bei der Herstellung

des Nährmaterials Bedacht genommen werden, Anpassungserscheinungen von Seiten der Bacterien rücksichtlich ihrer Aschebestandtheile an das Nährmaterial nachzuweisen. Ich habe daher folgende drei Nährböden verwendet.

1. Normale Bouillon mit Zusatz von 1 % Soda.

2. Dieselbe normale Sodabouillon + 4 % phosphorsaures Natron.[1])

3. Dieselbe normale Sodabouillon + 3 % Chlornatrium.

Es war somit zunächst nur eine Variation der sauren Bestandtheile der Mineralsubstanzen im Nährboden und der daraus resultirende Einfluss auf die Zusammensetzung der Bacterienasche, nicht eine solche der Alkalien und alkalischen Erde, welche ich mir für eine weitere Arbeit aufspare, in's Auge gefasst.

Systematisch genau geprüft in allen Aschen wurde daher nur der Cl-, SO_4- und P_2O_5-Gehalt; Kalium- und Natriumbestimmungen habe ich nur insofern ausgeführt, als sie nothwendig waren, um ein Gesammtbild von der Zusammensetzung der Bacterienasche zu geben.

Bevor wir die Resultate betrachten, müssen einige Zahlen über die Zusammensetzung des Nährmaterials am Platze sein.

Es wäre wünschenswerth gewesen, das Nährmaterial fortlaufend in seiner Zusammensetzung zu controliren. Leider reichte dazu meine Zeit nicht aus. Ich habe mich mit der Analyse zweier Proben von normaler 1 proc. Sodabouillon, beziehungsweise der Cl- und P_2O_5-Bestimmung in der mit Zusätzen versehenen Bouillon begnügt. Aus dem, was eben über die Controle des gleichmässigen Arbeitens gesagt ist, sowie aus den grossen Unterschieden in dem Cl- und P_2O_5-Gehalte der verwendeten Nährbouillonarten lässt sich ohne Weiteres ersehen, dass eine

1) In den späteren Tabellen ist der Zusatz als 4 proc. Na_3PO_4 bezeichnet, thatsächlich wurden 4 % Na_2HPO_4 zugesetzt, die sich dann in der stark alkalischen Bouillon in Na_3PO_4 umwandelten.

genauere Kenntnis des Nährmaterials zur Beurtheilung der Resultate nicht nöthig war.

Die Trockensubstanz wurde bei 105° bestimmt; offenbar fand bei der stark alkalischen Reaction eine theilweise Zerlegung des organischen Materiales statt. Ich fand daher nur 2,49 bezw. 2,41% Trockensubstanz.

Der Aschegehalt betrug in der normalen 1 proc. Sodabouillon in 3 verschiedenen Proben 1,23 bezw. 1,26 bezw. 1,23%. Daraus berechnet sich der Aschegehalt der Sodabouillon + 3% $NaCl$ zu 4,1%, der der Sodabouillon + 4% Na_3PO_4 zu 2,48% bezw. 2,51%.

Der Natriumgehalt betrug im Mittel aus je zwei gut übereinstimmenden Analysen 26,16% in der ersten Probe, bezw. 32,26 in der zweiten Probe; der Kaliumgehalt 8,61 bezw. 9,2%.

Der Gehalt an SO_4 im Mittel aus je zwei gut stimmenden Analysen 3,29% in der ersten Probe bezw. 2,36% in der zweiten Probe Sodabouillon.

Die normale 1 proc. Sodabouillon enthielt 0,467% $NaCl$ = 0,283% Cl und 0,0968 P_2O_8.

Die Sodabouillon + 4% Na_3PO_4 enthielt 0,467% $NaCl$ = 0,283% Cl und 0,987% P_2O_8.

Die normale Sodabouillon + 3% $NaCl$ enthielt 3,356% $NaCl$ = 2,034% Cl und 0,0885 P_2O_8.

Die Schwankungen im Gehalte an P_2O_8 betrugen also reichlich das 10fache, die im Gehalte an Cl immerhin das 7fache.

Die Menge von Calcium und Magnesium, welche in der Bouillon vorhanden, war, wie nicht anders zu erwarten, äusserst gering. Selbst, wenn ich 600 mg Asche verwendete, erhielt ich nur ca. 1 mg $CaCO_3$, also kaum wägbare Spuren.

Durch die Art und Weise, wie die sauren Aschebestandtheile variirt wurden, kommen thatsächlich auch nicht unbeträchtliche Schwankungen in dem Alkaligehalt zu Stande.

Die 1 proc. normale Sodabouillon enthielt in der einen Probe: = 26,2% Na

Die 1 proc. Sodabouillon + 4% PO_4Na_3 30,3% Na

Die 1 proc. Sodabouillon + 3% $NaCl$ 35,7% Na

Aehnliche Schwankungen lassen sich auch in dem Kaligehalte vermuthen. Da aber die absoluten Schwankungen viel kleiner waren, ist es mir wahrscheinlich, dass dieselben durch zufällige Schwankungen im Kaligehalte des Fleischsaftes übercompensirt oder doch ausgeglichen wurden. Ich verzichte daher auf eine Berechnung der Kalimengen auf Grund der beiden allerdings gute Uebereinstimmung zeigenden directen Bestimmungen, weil eben ihr Werth ein sehr zweifelhafter sein dürfte.

Tabelle I und Tabelle II enthalten nun zunächst die Resultate, was die Menge der Trockensubstanz, der Asche angeht.

Tabelle I ist eigentlich nur insofern von Interesse, als sie beweist, dass gleichmässig gearbeitet wurde. Sie ist eine weitere Stütze für die Richtigkeit des von mir bereits früher ausgesprochenen und bewiesenen Satzes, dass die Bacterienernten gleichmässig ausfallen müssen, wenn die Aussaat nahezu dieselbe ist, das Nährmaterial, die Wachsthumsdauer und -Temperatur gleichmässige Grössen darstellen.

Tabelle II.

Aschegehalt der Cholerabacillen in der Trockensubstanz und in der feuchten Bacterienmasse in Procent.

Soda-bouillon	Bürgeln			Shanghai			Hamburg, Winter		
	normale	+ 4% Na_3PO_4	+ 3% NaCl	normale	+ 4% Na_3PO_4	+ 3% NaCl	normale	+ 4% Na_3PO_4	+ 3% NaCl
In der Trockens.	8,79	25,60	22,21	10,68	21,22	24,27	8,35	20,05	28,44
In d. feuchten Masse	1,27	—	3,48	1,54	2,81	3,79	1,21	2,69	3,92
Aschegehalt des Nährbodens in Procent.									
	1,25	2,50	4,12	1,25	2,50	4,12	1,25	2,50	4,12

Tabelle II beweist sehr schön wie mit dem steigenden Aschegehalte des Nährmaterials auch der Aschegehalt der Bacterien zunimmt.

Dabei ist die Uebereinstimmung mit den früher erhaltenen oben erwähnten Zahlen, wie der Aschegehalt der Trockensubstanz beweist, eine ganz auffällige. Wir haben auch hier wieder

Schwankungen von rund 8% bis auf ca. 30%, also um das 3,7 fache.

Zur bessern Uebersicht über den Aschegehalt in feuchter Bacterienmasse habe ich die Mittelwerthe zusammengestellt.

Die Sodabouillon enthielt Asche in %:		Die Bacterien enthielten Asche in %:
Die normale	1,25	1,34
» » + 4% Na_3PO_4	2,50	2,75
» » + 3% NaCl	4,12	3,73

Die Uebereinstimmung ist eine nahezu vollkommene; dabei ist aber nicht ohne Interesse, dass zunächst offenbar eine Art Anreicherung der Aschebestandtheile in den Bacterien stattfindet, erst wenn der Aschegehalt im Nährboden 4% erreicht, bleiben die Bacterien hinter dem Nährboden rücksichtlich ihres Aschegehaltes zurück.

Nicht uninteressant ist es, vielleicht wenigstens eine kurze Angabe zu machen über die Ausnutzung des im Nährmaterial gebotenen Aschemateriales durch die Bacterien.

2 l der salzreichsten zur Verwendung kommenden Nährböden enthielten ca. 82 bezw. 49,6 g Asche. Der maximale Ernteertrag betrug 1,400 bezw. 1,200 g Bacterientrockensubstanz, entsprechend 0,401 bezw. 0,241 g Bacterienasche. Die Ausnützung der Asche im Nährboden betrug also in beiden Fällen nur 0,49% — eine ganz auffallend geringe Grösse. Nicht grösser gestaltete sich die Ausnutzung auf der normalen Sodabouillon. Sie betrug auch hier nur 0,434%.

Die Bacterien nutzen somit die Asche des Nährbodens meist schlechter aus als das organische Material, da die Gesammtausnutzung des Nährbodens doch immerhin 4 bis 6% beträgt.

Wie sich die Ausnutzung der einzelnen Bestandtheile der Asche gestaltete, werden wir weiter unten sehen.

In Tabelle III habe ich mich bemüht, die Zusammensetzung der Asche der Cholerabacillen möglichst übersichtlich zusammenzustellen.

Tabelle III.

Zusammensetzung der Asche der Cholerabacillen.

Cholera	Soda-bouillon	Cl	P_2O_5	SO_4	k	Na	Ca	Mg	Summe
Hamburg Shanghai	normale	17,02	20,48	8,55	6,32[1]	32,06[1]	0,98	Spur	85,41
	+ 3% NaCl	41,15	9,64	1,02	5,26	33,79	—	—	90,86
	+ 4% Na_3PO_4	9,99	34,30	2,24	4,97	31,82	1,29	0,12	84,73
Hamburg Winter	normale	15,42	31,18	7,59	8,02	31,19	0,30	0,64	94,34
	+ 3% NaCl	43,69	9,60	1,59	9,01	31,88	—	—	95,68
	+ 4% Na_3PO_4	8,87	35,36	2,33	4,32	27,50	0,79	Spur	79,17
Bürgeln	normale	18,34	34,59	8,07[1]	6,32[1]	32,06[1]	—	—	99,38
	+ 3% NaCl	37,36	13,58	1,31[1]	6,32[1]	32,06[1]	—	—	90,63
	+ 4% Na_3PO_4	5,05	45,42	2,29[1]	6,32[1]	32,06[1]	—	—	91,14

Bevor wir aber die zu quantitativen Verhältnisse der einzelnen Aschencompenenten betrachten, möchte ich die Zahlen der Tabelle benutzen, um einen Nachweis zu erbringen, den ich bisher, so weit er nicht aus den bereits mitgetheilten Zahlen ohne weiteres hervorging, eigentlich noch nicht erbracht habe, nämlich den, dass ich tadellos reines, nicht durch Beimengungen aus dem Nährmaterial verunreinigtes Bacterienmaterial untersucht habe.

Zwei Momente seien hervorgehoben.

Trotzdem absolut die P_2O_5-Menge in dem Nährmaterial um rund das 10fache schwankt, betragen die Schwankungen in der Bacterienasche nur wenige Procente. So nimmt z. B. der P_2O_5-Gehalt bei der Hamburger Winter-Cholera nur um 4,18% (von 31,18—35,36%) zu, bei den anderen beiden Choleraarten um ca. 10 bezw. 14%, aber immer noch in keinem Verhältnis zu den Schwankungen im Nährmaterial.

Dass thatsächlich auch die relativen procentischen Verhältnisse des Cl.- und P_2O_5-Gehaltes in der Nährbodenasche keinen proportionalen, parallelen Ausdruck finden in der Bacterienasche, geht aus beistehender Tabelle IV, bei welcher ich aus den 3 einzelnen Choleraarten Mittelwerthe gebildet habe, klar hervor.

1) Als Mittelwerthe aus den übrigen fünf Bestimmungen berechnet.

Beim Chlorgehalte sind die Schwankungen im Nährboden verhältnismässig geringe, in der Bacterienasche verhältnismässig gross, jedenfalls viel grösser als die Schwankungen im P_2O_5-Gehalte der Bacterienasche, der im Gegensatz dazu im Nährmaterial um fast das 20fache schwankte.

Tabelle IV.

Sodabouillon	P_2O_5-Gehalt			Cl-Gehalt		
	normale	+ 4% Na_3PO_4	+ 3% Na Cl	normale	+ 4% Na_3PO_4	+ 3% Na Cl
Cholerabacillen	28,7	38,4	10,9	16,9	7,97	40,7
Nährbodenasche	7,9	39,8	2,1	23,0	11,4	49,2

Die Natriummenge schwankte absolut (von 0,3275—1,4749 pro 100 ccm) und relativ immerhin noch von 26,2% bis 35,7% in der einen Probe. Trotz diesen namentlich bei absoluter Berechnung ziemlich beträchtlichen Schwankungen — 100 ccm Nährmaterial des Na-reichsten Nährbodens enthielten über 1 g Na mehr als der Na-ärmste — stimmen die 5 von mir angestellten Na-Bestimmungen so gut mit einander überein, dass ich nicht nur die Controlbestimmungen entraten konnte, sondern auch Mittelwerthe daraus bilden für diejenigen Choleraarten, wo das Material in Folge unglücklicher Zufälle für die Na-Bestimmungen nicht mehr ausreichte.

Es ist ohne weiteres klar, dass, wenn Na aus dem Nährboden als Verunreinigung in die Asche gelangt wäre, sich das hätte bei den Na-Bestimmungen deutlich geltend machen müssen.

Nachdem wir so die zweifellose Reinheit unserer Bacterienasche dargethan, können wir uns zur Betrachtung der Resultate der Generaltabelle wenden.

Es ergibt sich zunächst eine völlige Bestätigung dessen, was ich erwartet hatte. Die Bacillen passen sich innerhalb gewisser Grenzen in der Zusammensetzung ihrer Aschebestandtheile völlig dem Nährmaterial an, auf dem sie gewachsen. Der Nachweis ist allerdings

zunächst mit Sicherheit nur für die sauern Bestandtheile als erbracht zu betrachten. Aber hier sind die Schwankungen, wie sich dies namentlich aus den relativen Zahlen der beistehenden Tabelle V ergibt, ganz enorme. Je mehr wir den Bacterien im Nährmaterial Chlor, Phosphorsäure oder Schwefelsäure zur Verfügung stellen, desto mehr enthalten die betreffenden Aschen an den genannten Bestandtheilen. Es kommt schliesslich so weit, dass die Bacterienasche zu 76—80% aus Chlornatrium oder phosphors. Natron besteht. Auch bezüglich des Schwefelsäuregehaltes treten enorme Schwankungen auf, trotzdem hier die Menge der im Nährmaterial vorhandenen SO_4, nur indirect variirt wurde, die absolute Menge z. B. in 100 l Bouillon dieselbe war. Es ist ganz natürlich, dass, je mehr ich der Bouillon Kochsalz oder phosphorsaures Natron zusetzte, desto mehr die SO_4 im Verhältniss zu den andern Bestandtheilen abnehmen.

Tabelle V.

Cholera	Nährboden			Chlor %		P_2O_5 %		SO_4 %	
	Sodabouillon	100 ccm = g P_2O_5	100 ccm g = Cl	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Hamburg Shanghai	normale	0,0968	0,283	17,02	170	20,16	209	8,55	838
	+ 3% Na Cl	0,0885	2,034	41,15	412	9,64	100	1,02	100
	+ 4% Na_3PO_4	0,987	0,283	9,99	100	34,30	356	2,24	220
Hamburg Winter	normale	0,0968	0,283	15,42	174	31,18	325	7,59	477
	+ 3% Na Cl	0,0885	2,034	43,69	493	9,60	100	1,59	100
	+ 4% Na_3PO_4	0,987	0,283	8,87	100	35,36	368	2,33	147
Bürgeln	normale	0,0968	0,283	18,34	363	34,59	254		
	+ 3% Na Cl	0,0885	2,034	37,36	740	13,58	100		
	+ 4% Na_3PO_4	0,987	0,283	5,05	100	45,42	334		

Auf eine rechnerische Verfolgung der SO_4-Schwankung in der Nährbodenasche möchte ich verzichten, weil mir das Mittel aus den 21 SO_4-Bestimmungen der beiden verschiedenen Nährbodenproben keine hinreichend sichere Grundlage zu bieten scheint, kleinere Schwankungen im SO_4-Gehalte des Ausgangsnährbodens doch wohl vorgekommen sein mögen.

So viel können wir aber jedenfalls aus den SO_4-Bestimmungen entnehmen, dass für die Zusammensetzung der Bacterienasche eben auch ausser der absoluten Menge das Verhältnis, in dem die Aschenbestandtheile zueinander stehen, von Einfluss ist.

Wie bereits oben angedeutet, finden bei den basischen Bestandtheilen der Asche, dem Kalium und Natrium, keine grösseren Schwankungen statt. Die gefundenen Mengen Natrium stimmen untereinander fast absolut überein. Offenbar enthielt selbst der natriumärmste Nährboden bereits soviel Na, da sich die Bacterien auf ihm maximal anreicherten. Ein Ueberschreiten dieses Grenzwerthes war dann selbst bei noch höherem Natrongehalte des Nährbodens nicht mehr möglich. Die Kaliummengen zeigen Schwankungen, ich vermuthe, dass dieselben durch zufällige Schwankungen im Nährmaterial bedingt sind, und vermag dies aber nicht mit Sicherheit zu behaupten. Weitere Untersuchungen, in welchen wesentlich die Alkalibestandtheile variirt werden, werden hier Aufschluss geben müssen.

Eine weitere Frage, welche zu entscheiden von Interesse sein dürfte, ist die, ob die Bacterien gewissen Bestandtheilen der Asche gegenüber eine Art elektives Verhalten zeigen, sie sich z. B. selbst bei spärlichem Vorkommen im Nährboden in ihrer Zellsubstanz gewissermaassen anzureichern vermögen.

Um diese Frage im vollen Umfange zu entscheiden, müssten eigene, ausschliesslich diesen Zweck verfolgende Untersuchungen angestellt werden. Einigen Aufschluss aber, wie sich die Bacterien speciell gegenüber dem Cl- und der P_2O_8 verhalten, gewinnen wir aus den vorliegenden Untersuchungen.

Wenn wir Tabelle IV betrachten, so können wir uns dem Eindruck nicht verschliessen, dass die Cholerabacillen die P_2O_8 aus dem Nährboden begieriger aufnehmen als das Cl, wenn es auch gleichwohl verhältnismässig leicht gelingt, sie mit dem ihnen scheinbar nicht sehr zusagenden Cl anzureichern.

Der procentische Gehalt an Cl im Nährboden ist durchweg höher als in der Bacterienasche. Dahingegen ist die Cholerabacillenasche bei Wachsthum auf normaler Sodabouillon und

auf Sodabouillon + 3 % Na Cl ganz erheblich reicher an P_2O_5 als die Nährbodenasche, bei Sodabouillon + 4 % Na_3PO_4 tritt nur ein geringer Unterschied auf zu Gunsten des Nährbodens. Es kann eben auch nicht wohl ein Zweifel darüber bestehen, dass die Cholerabacillen die P_2O_5 besser ausnutzen als das Cl der Nährbodenasche. Ein Umstand, der sich ohne weiteres aus der Anreicherung der P_2O_5 in dem Aschematerial der Bacterien gegenüber dem des Nährbodens noch nicht folgern lässt. Berechne ich für die bereits oben benutzten maximalen Ernteerträge der Hamburger Wintercholera und zwar der Reihe nach für Wachsthum auf Sodabouillon + 3 % NaCl, Sodabouillon 4 % Na_3PO_4 und normale Sodabouillon die procentige Ausnutzung, so erhalte ich für das Cl die Zahlen 0,37, 0,38, 0,29 % für die P_2O_5 aber 1,86, 4,32 und 1,74 %. Wenn man auch Differenzen wie z. B. 0,29 und 0,38 als zwischen den unvermeidlichen Fehlergrenzen liegend betrachten kann, so sind doch Unterschiede wie 0,38 und 4,32 keine zufälligen, sondern beweisen die Richtigkeit meiner Behauptung.

Weitere Zahlenangaben möchte ich aber absichtlich vermeiden, weil mir die vorliegenden Untersuchungen doch für umfangreichere Berechnungen kein ausreichendes Material zu bieten scheinen.

Auch die SO_4 scheint von den Cholerabacillen begierig aufgenommen zu werden. Auch hier beobachten wir gegenüber der Nährbodenasche in der Bacterienasche eine beträchtliche Anreicherung. Ob dies durch einen relativ hohen Schwefelgehalt des Bacterieneiweisses z. Th. wenigstens bedingt wird, vermag ich nicht zu entscheiden. Die Ausnutzung betrug für die eben erwähnte maximale Ernte 1,8 %.

Ueber den Calcium- und Magnesiumgehalt der Cholerabacillen endlich ist wenig zu sagen, ich vermuthe, dass auch hier eine Art Anreicherung in der Bacterienasche vorliegt.

Wenigstens konnte ich in 3 verschiedenen Proben Nährmaterial, selbst wenn ich über 1100 mg Asche verwendete, genau wägbare Mengen Ca und Mg nicht nachweisen (so erhielt ich in dem einen Fall z. B. nur 0,8 bezw. 1,2 mg Ca CO_3 bei 615 mg Asche).

Bei den Bacterien erhielt ich zwar auch nicht zu einer genauen procentischen Berechnung ausreichende Mengen, aber immerhin mehr als in der Nährbodenasche, so z. B. erhielt ich bei 282 mg Asche schon 16,5 mg pyrophosphorsaures Magnesia allerdings als maximalen Gehalt. Dabei möchte ich nicht unterlassen zu bemerken, dass ich immer hinreichende Mengen Aschen zur Ca- und Mg-Analyse verwendete (200 bis über 1000 mg), sodass, wenn über 2—3 % der genannten Stoffe in der Bacterienasche vorhanden gewesen wäre, ich zu einer genauen Bestimmung ausreichende Gewichtsmengen hätte bekommen müssen.

Wenn wir zum Schluss noch einmal die Resultate zusammenfassen, dann haben wir etwa folgendes:

Die Cholerabacillen passen sich qualitativ und quantitativ in ihrem Aschegehalt dem Nährboden an, doch geht dies nur bis zu einer gewissen Grenze. Haben sich die Bacterien in ihrem Aschegehalte an irgendeinem Bestandtheil besonders angereichert, so bringt eine weitere ganz beträchtliche Zufuhr keine weitere Steigerung zustande.

Die Cholerabacillen nehmen die einzelnen Aschebestandtheile ganz verschieden auf. Substanzen, welche ihnen besonders zusagen, vermögen sie in ihrer Asche gegenüber der Nährbodenasche erheblich anzureichern.

Die Ausnützung der gesammten Nährbodenasche beträgt rund höchstens ½ %.

Ueber die Zusammensetzung des Schimmelpilz-Mycels.

Von

Dr. Marschall.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität Heidelberg.)

Ueber die chemische Zusammensetzung der Schimmelpilze ist bisher ausserordentlich wenig bekannt geworden. Während eine ganze Reihe höherer Pilze, und von diesen wieder aus naheliegenden praktischen Gründen, vornehmlich ihre essbaren Vertreter von verschiedener Seite auf ihre Zusammensetzung hin untersucht worden ist,[1]) sind wir betreffs der eigentlichen Schimmelpilze auf ganz vereinzelte spärliche Mittheilungen angewiesen, die noch dazu, mit einer einzigen Ausnahme, vom bacteriologischen Standpunkte aus als einwandsfrei nicht gelten können. Letzterer Vorwurf richtet sich beispielsweise ebensowohl gegen die diesbezüglichen Angaben von N. Sieber[2]) — in dem einen Fall handelt es sich um eine Cellulosebestimmung aus Mischculturen von Penicillium und Mucor, die überdies als Differenzbestimmung berechnet ist; in dem andern um eine Eiweissbestimmung von Aspergillus, welcher gleichfalls nicht in Reincultur gezogen wurde —, wie auch gegen die Cellulosebestimmung des Aspergillus glaucus durch Isidor Dreyfuss[3]), der eine zufällig

1) Bezüglich detaillirter Angaben hierüber sei auf das Lehrbuch von Prof. Dr. Zopf »die Pilze in morphologischer, physiologischer, biologischer und systematischer Beziehung« verwiesen.

2) N. Sieber, Journal f. prakt. Chemie. Neue Folge, 23, S. 412.

3) »Ueber das Vorkommen von Cellulose in Bacillen, Schimmel- und anderen Pilzen.« Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. XVIII, S. 358 ff.

entstandene Verunreinigung als Reincultur anspricht[1]). Dass bei allen derartigen Untersuchungen aber, wenn sie wirklich Anspruch auf Werth erheben wollen, vor allen Dingen die elementarste Forderung der Bacteriologie, nur mit tadellosen Reinculturen zu arbeiten, erfüllt wird, sollte man heutzutage doch als selbstverständlich betrachten. Die einzige Arbeit, welche frei von diesem Einwand, auf diesem Gebiet bisher erschienen ist, ist die Untersuchung von Cramer[2]) »Ueber die Zusammensetzung der Sporen von Penicillium glaucum und ihre Beziehung zu der Widerstandsfähigkeit derselben gegen äussere Einflüsse«. Wie indes schon der Titel besagt, handelt die Arbeit ausschliesslich von der Zusammensetzung der Sporen und so dürfte es vielleicht nicht ganz überflüssig erscheinen, das eigentliche Mycel von Schimmelpilzen einer chemischen Untersuchung zu unterziehen. Ausserdem gewann eine Beschäftigung mit dieser Frage insoferne ein weiteres Interesse, als sich aus den zu erwartenden Aufschlüssen über die Beziehungen der Schimmelpilze zu den höheren Pilzen einerseits, andrerseits zu den Bacterien etwaige Anhaltspunkte gewinnen liessen. Im Folgenden möchten wir uns nun gestatten, den Gang des Verfahrens, sowie die hierbei gewonnenen Resultate in Kürze mitzutheilen.

Da zur beabsichtigten Untersuchung nur solche Schimmelpilze gewählt werden dürften, bei denen man mit freiem Auge den Eintritt der Sporulation genau zu controliren vermochte und demzufolge vor diesem Zeitpunkte das Wachsthum unterbrechen konnte, wählten wir als Vertreter der Aspergilleen den Aspergillus Niger, zweitens das bekannte Penicillium glaucum, endlich aus der Familie der Mucoraceen den Mucor Stolonifer. Von der Benutzung eines auch für Oidium bezeichnenden Schimmels musste leider Abstand genommen werden, da uns kein Exemplar zur Verfügung stand, an welchen man den Eintritt der Sporenbildung mit genügender Sicherheit hätte erkennen können.

1) Vergl. auch Winterstein. Zeitschrift f. physiol. Chemie, XVIII, 1893, S. 358.

2) Archiv f. Hygiene, Bd. XIII.

Als Nährboden resp. Nährflüssigkeit wählten wir absichtlich eine solche, die für die betreffenden Schimmelpilze als Optimum zu betrachten ist, in Berücksichtigung des Umstandes, dass die Verschiedenartigkeit des Nährsubstrates auch auf die Zusammensetzung der darauf wachsenden Elemente von nicht unwesentlichem Einfluss ist, um ein Mycel von wirklich gesunder, normaler Zusammensetzung zur Verfügung zu haben.

Für diesen Zweck erwies sich eine Pepton-Fleischextractbouillon am geeignetsten, welche einen Zusatz von 1% Weinsäure und 2% Traubenzucker enthielt. Einmal wurde so durch die saure Reaction ein für das Gedeihen von Schimmelpilzen günstiger Nährboden geschaffen, andrerseits musste die erstere etwa, trotz aller Vorsicht doch hineingerathene fremde Keime von Spaltpilzen in ihrem Wachsthum hemmen resp. gänzlich daran verhindern.

Es wurde nun so verfahren, dass jedesmal 10 grosse sterile Doppelschaalen mit je 100 cbm Nährbouillon gefüllt, hierauf in jeder derselben 3 Platin-Oesen der betreffenden Sporen unter grösstmöglichen Cautelen ausgesäet wurden; dann bei möglichst gleichbleibenden äusseren Verhältnissen bei 20—22° C. das Auskeimen der Sporen zum Mycel abgewartet wurde. Dieser Zeitpunkt schwankte innerhalb ziemlich beträchtlicher Grenzen, in erster Linie durch die äussere Temperatur bedingt; doch genügte im Allgemeinen eine Dauer von 60 bis 70 Stunden für eine Ernte. Die Gewinnung derselben fand am zweckmässigsten so statt, dass der gesammte Inhalt der Schaalen auf ein Filter gebracht, das auf diesem haftende, zähe und verfilzte Mycel zunächst durch vorsichtiges Abpressen von aller Bouillon befreit wurde, hierauf zunächst auf dem Wasserbad, dann bei 105° im Trockenschrank bis zum constanten Gewicht getrocknet und schliesslich im Mörser pulverisirt wurde.

Bis die für die Untersuchung nöthige Menge Mycel gewonnen war, verging immerhin eine Reihe von Wochen.

Das dergestalt erhaltene Trockenmaterial wurde nun in gleicher Weise bei allen drei Schimmelpilzarten verarbeitet und zwar:

Erstens: Der Gesammt N-Gehalt bestimmt nach der Methode von Kjeldahl.

Zweitens: Die durch Aether und

Drittens: Die durch Alkohol extrahirbaren Stoffe mittelst Soxhlet-Apparat ermittelt.

Viertens: Der Aschegehalt.

Fünftens: Die Cellulose bestimmt, zunächst durch Kochen mit verdünnter Säure, Natronlauge, Ueberspülen auf ein gewogenes, gehärtetes Filter etc.

Sechstens: Die Stärke, indem dieselbe durch Kochen mit Säure in Traubenzucker übergeführt, letzterer mittelst des Allihnschen Verfahrens ermittelt und hieraus unter Zugrundelegung der Verhältniszahl 100 : 90 die erstere berechnet wurde.

Das Nähere ergibt sich aus der nachstehenden General-Tabelle.

Je 100 Theile Trockensubstanz enthalten:

I.

	Aspergillus	Penicillium	Mucor
1. Eiweisskörper	30,4	40,2	43,4
2. Aether. Extractiv-Stoffe	4,7	4,1	7,0
3. Alkohol. Extractiv-Stoffe	18,5	11,8	11,8
4. Asche	6,0	6,2	6,9
5. Cellulose	6,6	6,0	2,5
6. Stärke	2,2	3,7	2,6
7. N-haltige, in Wasser lösliche Extractiv-Stoffe	31,6	28,0	25,8

II.

1. Gesammt-N-Gehalt	8,26	7,46	8,21
2. N-Gehalt der in Wasser löslichen Extractiv-Stoffe	2,47	1,42	1,37

Bezüglich des Ganges der Analyse, sowie der vorstehenden durch sie gewonnenen einzelnen Resultate möchten wir die wesentlichsten Momente einer erläuternden Betrachtung unterziehen.

Was zunächst den Eiweissgehalt anlangt, so wurde derselbe aus der gefundenen Gesammt-N-Menge durch Multiplication mit 6,25 berechnet. Bei der procentualen Zusammenstellung aller

ermittelten Werthe zeigte sich nun aber durchweg ein grosses Manko, welches weder als unbestimmbarer Rest aufzufassen war, noch durch irgend welche innerhalb der erlaubten resp. möglichen Fehlergrenzen liegende Differenz sich erklären liess. Dieser Umstand führte zu der Vermuthung, dass die Eiweisskörper allein unmöglich die einzige Quelle des gefundenen Gesammt-N sein könnten, und es wurde daher die N-Bestimmung auf's neue, dieses Mal aber getrennt ausgeführt, indem die Eiweisskörper durch essigsaures Eisen gefällt wurden; dementsprechend der aus dem Filter-Rückstand beim Kjeldahl'schen Verfahren erhaltene N thatsächlich und ausschliesslich von Eiweisskörpern herrührte, während der im Filtrat gefundene den N-Gehalt der in Wasser löslichen Extractivstoffe repräsentirte. Zusammen musste der Gehalt beider an Stickstoff dem zuerst ermittelten Gesammt-N Gehalt annähernd entsprechen, was auch mit Ausnahme von Aspergillus Niger, der Fall ist. Die hier zu Tage tretende Differenz ist aber ohne Zweifel fast ausschliesslich auf den Umstand zurückzuführen, dass das ursprüngliche Material aufgebraucht war, und die getrennte N-Bestimmung an einer nachträglich angesetzten Ernte vorgenommen werden musste. Dass in einem solchen Falle, trotzdem die grösstmögliche Gleichheit aller hierbei in Betracht kommenden Factoren angestrebt wurde, die Zusammensetzung des Mycels nicht ganz genau dieselbe sein konnte, bedarf wohl keiner weiteren Erklärung.

Da wir es in erster Linie als unsere Aufgabe betrachteten, weniger die einzelnen, durch die Analyse gefundenen Substanzen auf ihre nähere, chemische Natur zu untersuchen, als vielmehr die Zusammensetzung des Mycels von Schimmelpilzen im Ganzen zu erforschen, so mussten wir von einer eingehenderen Bestimmung der Eiweisskörper etc. Abstand nehmen, und überdies auch schon aus dem rein äusseren Grunde davon abstehen, als die uns zur Verfügung stehenden, diesbezüglichen Mengen äusserst geringe waren.

Aether-Extract. Dasselbe bot nichts wesentlich Charakteristisches; es war eine zähflüssige, syrupartige Substanz von eigenthümlichem, etwas stechendem Geruch.

Alkohol-Extract. Eine harzartige, bräunliche Masse von deutlich säuerlichem, aromatischem Geruch; bei höheren Temperaturen in Spuren verflüchtigend.

Asche. Enthielt deutliche Spuren von Eisen, ausserdem Phosphorsäure, Cl, Na, K etc., wies im Uebrigen keine besonderen Merkmale auf.

Cellulose. Zum Nachweis derselben bedienten wir uns, wie schon oben erwähnt, des für die Prüfung auf Rohfaser üblichen Verfahrens. Bei der ausserordentlichen Widerstandsfähigkeit der Cellulosen gegen stark verdünnte, heisse Mineralsäuren, wie dies die Versuche von Winterstein[1]) von Neuem bestätigt haben, waren wir zu der Annahme berechtigt, dass etwa vorhandene, nach E. Schulze als Hemicellulosen zu bezeichnende Substanzen hierbei in Lösung übergeführt werden mussten, und wir dennoch in dem zur Veraschung gelangenden Filter-Rückstand lediglich reine Cellulose vor uns hatten. Um jeden Zweifel auszuschliessen, dass es sich etwa um andere Kohlehydrate handeln könnte, benutzten wir eine uns noch zur Verfügung stehende Quantität Trockenmaterial von Mucor Stolonifer, um die von Hoppe-Seyler angegebene Kalischmelzprobe anzustellen. Wir erhitzten also ein Paraffinbad bei 180° 1½ Stunden die zu untersuchende Substanz zusammen mit Aetzkali, ein Verfahren, bei welchem nach dem eben genannten Autor alle organischen Substanzen zersetzt werden mit Ausnahme der Cellulose. Nach dem Erkalten und Auswaschen zeigte sich, dem blossen Auge deutlich erkennbar, ein nicht unbeträchtlicher Rückstand in Gestalt von weisslichen Flocken und Krümmeln, welche nicht gut auf etwas anderes, als Cellulose, bezogen werden können.

Eine Behandlung dieses durch Schwefelsäure der Hydrolyse unterworfenen Rückstandes mit salzsaurem Phenylhydrazin ergab bei mikroskopischer Betrachtung das Vorhandensein von zahlreichen, charakteristischen Glucosazonkrystallen.

Es mag an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass bei der Filtration der jeweiligen Ernten — der einzigen Gelegenheit,

1) Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. XVII, S. 391 ff.

bei welcher eine Beimengung fremder Cellulose allenfalls hätte stattfinden können — mit der peinlichsten Sorgfalt zu Werk gegangen wurde, sodass dieser Fehler mit Sicherheit als ausgeschlossen zu betrachten ist.

Stärke. Wir gingen bei der Prüfung auf dieselbe von der Annahme aus, dass es sich bei der Ueberführung in Traubenzucker offenbar um solche handelte. Doch kann ein strikter Beweis hierfür nicht erbracht werden, und kommen möglicherweise hierbei sog. Hemicelluiosen in Frage. Die bekannte Jod-Reaction ergab in keinem der drei zur Untersuchung verfügbaren Fälle ein positives Resultat.

Wenn wir nun die bei unserer Untersuchung gefundenen Resultate mit den Ergebnissen aus Analysen von höheren Pilzen einerseits, andererseits von Bacterien, soweit solche überhaupt bisher vorliegen, vergleichen wollen, so müssen wir im Vorneherein, da es sich nirgends um dieselben Nährböden, Wachsthumsverhältnisse etc. handelt, betonen, dass aus eben diesem Grunde jeder derartige Vergleich stets nur einen bedingten Werth haben kann. Immerhin aber vermögen wir trotzdem auf diesem Wege gewisse, nicht uninteressante Aufschlüsse über die in Frage kommenden, wechselseitigen Beziehungen zu gewinnen.

Ziehen wir aus der vorhin angegebenen Generaltabelle die entsprechenden Mittelwerthe, so erhalten wir folgende Zahlen für die mittlere Zusammensetzung des Schimmelpilzmycels:

Eiweisskörper	38,00	%
Aether-Extract	5,27	»
Alkohol-Extract	14,03	»
Asche	6,37	»
Cellulose	5,03	»
Stärke	2,80	»
N haltige wasserlösl. Extract-Stoffe	28,47	»

Stellen wir diesen Werthen die Resultate einer grösseren Anzahl untersuchter höherer Pilze gegenüber, welche wir einer tabellarischen Uebersicht aus dem Eingangs citirten Lehrbuche von Zopf, S. 11a, entnommen haben, auf deren ausführliche

Wiedergabe wir indessen an dieser Stelle aus Mangel an Raum verzichten müssen, so fällt in erster Linie ein Ueberwiegen der Eiweisskörper auf Seite der Schimmelpilze in die Augen. Während diese 38 % Proteïnsubstanzen enthalten, beträgt die entsprechende Durchschnittszahl bei den höheren Pilzen nur 25,09; rund 70 % der letzteren bleiben mit ihrem Proteïngehalt unter dem in dieser Hinsicht am niedrigsten gestellten Aspergillus niger, während von den übrigen 30 % kein einziger[1]) weder Penicillium glaucum oder gar Mucor Stolonifer hierin erreicht.

Der zweite Punkt, in welchem ein markanter Unterschied zu Tage tritt, ist umgekehrt ein Ueberwiegen der Kohlehydrate bei den höheren Pilzen; dem Mittelwerthe hieran bei diesen mit 54,60 % stehen die Schimmelpilze mit nur 16,83 %[2]) gegenüber. Wenn nun auch zuzugeben ist, dass diese beiden Vergleichsziffern einer Aenderung in dem Sinne unterworfen sind, als dieselben für die Schimmelpilze eine Erhöhung, für die höheren Pilze eine Erniedrigung erfahren dürften, so bleibt immerhin noch eine ganz beträchtliche Differenz bestehen.

Bezüglich des Aschegehaltes irgend welche Vergleiche anzustellen, ist im Hinblick auf die enge Abhängigkeit desselben vor dem jeweils benützten Nährmaterial, von vornherein aussichtslos.

Die Cellulose scheint allerdings bei den höheren Pilzen zu überwiegen, doch dürfte es misslich sein, das als unumstösslich zu betrachten und eventuell weitere Schlüsse daraus zu ziehen, da wahrscheinlich ein grosser Theil der in Rede stehenden Zahlen bei den erstgenannten nicht durch directe Bestimmungen gewonnen worden, sondern vielmehr lediglich als Differenz berechnet worden ist.

1) Abgesehen von Lycoperdon Bovista scheint der ausserordentlich hohe Gehalt an Protein bei diesem Pilze ohne Frage völlig vereinzelt dazustehen, so dass er bei einer allgemein vergleichenden Uebersicht nicht gut verwerthet werden kann. Gleichwohl ist er selbstverständlich bei der oben gegebenen Durchschnittszahl von 25,09 % betheiligt.

2) In dieser Zahl sind die alkoholischen Extracte und die Stärke gemeinsam aufgeführt.

Bei der Frage nach den Beziehungen der Schimmelpilze zu den Bacterien waren wir, behufs Beschaffung des erforderlichen Vergleichsmaterials lediglich auf drei Quellen angewiesen, da die sonst in der Literatur bisher veröffentlichten, spärlichen Angaben über Analysen von Bacterien aus Gründen, welche von Cramer in seiner gleich zu erwähnenden Arbeit des Näheren dargelegt worden sind, für unsere Zwecke als nicht verwerthbar betrachtet werden müssen. Die eine Quelle ist die Arbeit von Cramer »Die Zusammensetzung der Bacterien in ihrer Abhängigkeit von dem Nährmaterial«;[1]) die zweite eine Arbeit desselben Verfassers »Die Zusammensetzung der Cholerabacillen«.[2]) Drittens verfügten wir über eine Reihe uns gütigst zur Verfügung gestellter Zahlen, welche aus einer von Herrn Dr. Lyons im hiesigen Hygienischen Institut ausgeführten analytischen Untersuchungen stammen.

Wir lassen nachstehend die betreffenden Resultate tabellarisch geordnet, folgen, wobei wir aber nochmals den bereits oben betonten Umstand, dass der Werth eines Vergleiches nur mit gewissen Vorbehalten zu acceptiren ist, — was namentlich bezw. der Tabelle II angezeigt erscheint — hervorheben.

Tabelle I (nach E. Cramer).

Bacillus	Stickstoff-Substanz			Aether-Alkoh.-Extr.			Asche		
	1% Pepton	5% Pepton	5% Traub.-zucker	1% Pepton	5% Pepton	5% Traub.-zucker	1% Pepton	5% Pepton	5% Traub.-zucker
Pfeiffer's B. .	66,6	70,0	53,7	17,7	14,63	24,0	12,56	9,10	9,13
Nr. 28 . . .	73,1	79,6	59,0	16,9	17,83	18,4	11,42	7,79	9,20
Pneumonie-B.	71,7	79,8	63,6	10,3	11,28	22,7	13,94	10,36	7,88
Rhinosklerom-Bac. . . .	68,4	76,2	62,1	11,1	9,06	20,0	13,54	9,33	9,44

Wir erkennen auf den ersten Blick, dass die Schimmelpilze an N-Substanzen von den Bacterien durchweg um ein Bedeutendes überragt werden, auch in den Fällen

1) Habilitationsschrift. München 1892. Druck von R. Oldenbourg.

2) Archiv f. Hygiene, Bd. XVIII.

in welchen diese einen an Zucker reichen Nährboden zur Verfügung haben; dagegen besitzen die ersteren einen erheblich höheren Gehalt an Cellulose und Stärke, Substanzen von denen die Bacterien nur Spuren oder gar nichts aufweisen.

Tabelle II (nach E. Cramer).
Cholera verschiedener Provenienz auf 1% Sodabouillon.

	Stickstoff %	Eiweiss %	Asche %
Cholera, alt	10,42	65,12	31,55
Cholera Hamburg, Winter	11,08	69,25	25,87
Cholera Paris	9,96	62,25	32,80
Cholera Shanghai	10,28	64,25	33,87
Cholera Hamburg, Herbst	10,23	63,94	29,81
Mittel	10,39	64,96	30,78

Tabelle III (nach Dr. Lyons).

Bacillus	N-Substanz		Aeth.-Extract		Alkohol-Extr.		Asche	
Traub. Zucker-Gehalt	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%
Nr. 28	71,8	59,1	3,55	3,99	12,2	16,0	6,51	3,66
Pfeiffer'scher	62,7	58,8	1,77	3,55	13,7	17,6	7,16	2,97
Fadenziehender	61,1	44,3	1,89	2,34	19,5	22,8	8,10	4,50

Was schliesslich das Verhältnis des vegetativen Schimmelpilzmycels zu den Sporen anlangt, so erhalten wir hierüber Aufschluss durch die Eingangs erwähnte Arbeit von Cramer »Ueber die Zusammensetzung der Sporen von Penicillium glaucum«. Cramer fand als mittlere Zusammensetzung derselben:

1. Eiweisskörper . . 28,44%
2. Aether-Extract . . 7,30 »
3. Alkohol-Extract . . 30,40 »
4. Cellulose . . . . 11,10 »
5. Stärke . . . . . 17,00 »
6. Asche . . . . . 1,90 »

Der Unterschied in diesem Falle beruht demnach darin, dass das Mycel erheblich mehr Eiweiss besitzt, als die Sporen, umgekehrt aber von diesen an alkoholischen Extracten, Cellulose und Stärke nahezu um das Doppelte übertroffen wird.

Offenbar erfolgt bei der *Sporenbildung* eine Verminderung des Eiweissgehaltes; die N-haltigen Extractivstoffe verschwinden bis auf Spuren, während die Reservestoffe in den Vordergrund treten.

In wenigen Worten zusammengefasst, dürften wir etwa sagen, dass die Schimmelpilze *somit rücksichtlich ihrer Zusammensetzung eine Art Mittelstellung zwischen den höheren Pilzen und den Bacterien einnehmen. Den ersteren sind sie an N-Gehalt überlegen, den letzteren beträchtlich unterlegen.* Bezüglich der *Kohlehydrate ist das Verhältnis umgekehrt.* Hier rangiren die höheren Pilze an erster Stelle, dann folgen die ihnen nahestehenden Sporen, auf diese die Schimmelpilze und als letzte, in weitem Abstande, die Bacterien.

Für die vielfache Anregung und Unterstützung im Gange der vorliegenden Untersuchung sei an dieser Stelle Herrn Dr. E. *Cramer* der verbindlichste Dank abgestattet.

Tabelle A.

Aspergillus glaucus.

N-Bestimmung	8,28 % N	
	8,24 » »	
Mittel	8,26 % N	Gesammt-Stickstoff.
N-Gehalt der wasserlöslichen	2,58 % N	
Extractiv-Stoffe	2,36 » »	
Mittel	2,47 % N	
N-Gehalt der Eiweisskörper	4,85 % N	
	4,87 » »	
Mittel	4,86 % N	= 30,39 % Eiweiss.
Aether-Extract	4,33 %	
	5,05 »	
Mittel	4,69 %	= 4,69 % Aether-Extract.
Alkohol-Extract	18,25 %	
	18,76 »	
Mittel	18,50 %	= 18,50 % Alkohol-Extract.
Asche	5,91 %	
	6,13 »	
	5,86 »	
Mittel	5,97 %	= 5,97 % Asche.

Cellulose	7,05%		
	5,96 »		
Mittel	6,55%	=	6,55% Cellulose,
		=	2,20 » Stärke.

Analytische Belege.

1. 0,499 g Substanz liefern 0,04134 g N,
   0,580 g Substanz liefern 0,04784 g N,
2. 1,381 g Substanz liefern a) im Filtrat 0,035723 g N,
   b) im Rückstand 0,067077 g N,
   1,403 g Substanz liefern a) im Filtrat 0,033153 g N,
   b) im Rückstand 0,068362 g N,
3. 2,098 g Substanz liefern 0,091 g Aether-Extract und 0,383 g Alkohol-Extract, sowie 0,148 g Cellulose,
   2,079 g Substanz liefern 0,105 g Aether-Extract und 0,390 g Alkohol-Extract, sowie 0,124 g Cellulose,
4. 0,338 g Substanz liefern 0,020 g Asche,
   0,318 g Substanz liefern 0,0195 g Asche,
   0,341 g Substanz liefern 0,020 g Asche,
5. 1,792 g Substanz liefern nach Allihn 0,04426 g Traubenzucker.

Tabelle B.

Penicillium glaucum.

Gesammt-N-Bestimmung . .	7,473% N		
	7,462 » »		
Mittel	7,46 % N		
N-Bestimmung der wasserlöslichen Extract-Stoffe .	1,39% N		
	1,46 » »		
Mittel	1,42% N		
N-Bestimmg. d. Eiweisskörper	6,49% N		
	6,37 » »		
Mittel	6,43% N	=	40,1875% Eiweiss.
Aether-Extract	3,34%		
	4,93 »		
Mittel	4,13%	=	4,13% Aether-Extract.
Alkohol-Extract	13,27%		
	10,23 »		
Mittel	11,75%	=	11,75% Alkohol-Extract.
Asche	6,13%		
	6,18 »		
Mittel	6,15%	=	6,15% Asche.
Cellulose	5,77%		
	6,19 »		
Mittel	5,98%	=	5,98% Cellulose,
		=	3,70 » Stärke.

Analytische Belege.

1. 0,334 g Substanz liefern 0,02496 g N,
   0,331 g Substanz liefern 0,02470 g N,
2. 1,088 g Substanz liefern a) im Filtrat 0,015163 g N,
   b) im Rückstand 0,070675 g N,
   1,106 g Substanz liefern a) im Filtrat 0,016191 g N,
   b) im Rückstand 0,070418 g N,
3. 2,005 g Substanz liefern 0,0670 g Aether-Extract und 0,266 g Alkohol-Extract,
   2,131 g Substanz liefern 0,1050 g Aether-Extract und 0,2180 g Alkohol-Extract,
4. 0,326 g Substanz liefern 0,0200 g Asche,
   0,372 g Substanz liefern 0,0230 g Asche,
5. 2,079 g Substanz liefern 0,1200 g Cellulose,
   2,033 g Substanz liefern 0,1260 g Cellulose,
6. 2,033 g Substanz liefern nach Allihn 0,08360 g Traubenzucker.

Tabelle C.

Mucor stolonifer.

Gesammt-N-Bestimmung . .	8,23% N	
	8,19 » »	
Mittel	8,21% N	
N-Bestimmung der wasserlöslichen Extract-Stoffe . .	1,36% N	
	1,38 » »	
Mittel	1,37% N	
N-Bestimmg. d. Eiweisskörper	7,09% N	
	6,80 » »	
Mittel	6,95% N	= 43,44% Eiweiss.
Aether-Extract	6,79%	
	7,28 »	
Mittel	7,03%	= 7,03% Aether-Extract.
Alkohol-Extract	12,18%	
	11,46 »	
Mittel	11,82%	= 11,82% Alkohol-Extract.
Asche	6,79%	
	6,98 »	
Mittel	6,88%	= 6,88% Asche.
Cellulose	2,41%	
	2,51 »	
Mittel	2,46%	= 2,46% Cellulose,
		= 2,62 » Stärke.

Analytische Belege.

1. 0,3110 g Substanz liefern 0,02561 g N,
   0,3110 g Substanz liefern 0,02548 g N,
2. 1,0150 g Substanz liefern a) im Filtrat 0,01388 g N,
   b) im Rückstand 0,07196 g N,
   1,0420 g Substanz liefern a) im Filtrat 0,01439 g N,
   b) im Rückstand 0,07093 g N,
3. 2,1340 g Substanz liefern 0,1450 g Aether-Extract und 0,2600 g Alkohol-Extract, sowie 0,0515 g Cellulose,
   2,0330 g Substanz liefern 0,1480 g Aether-Extract und 0,2330 g Alkohol-Extract, sowie 0,0510 g Cellulose,
4. 0,3460 g Substanz liefern 0,0235 g Asche,
   0,3940 g Substanz liefern 0,0275 g Asche,
5. 2,1340 g Substanz liefern nach Allihn 0,0627 g Traubenzucker.
   2,0330 g Substanz liefern nach Allihn 0,0591 g Traubenzucker.

Ueber den Einfluss eines wechselnden Traubenzuckergehaltes im Nährmaterial auf die Zusammensetzung der Bacterien.

Von

Dr. **Robert E. Lyons.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Heidelberg.)

In den letzten Jahren ist eine Anzahl von Untersuchungen bekannt geworden, welche alle die Aufgabe haben, die Zusammensetzung der Bacterien zu fördern und zu klären. Ein Theil dieser Arbeiten beschäftigt sich weniger mit der gesammten Zusammensetzung der Bacterien als damit, den Nachweis einzelner Stoffe, welche sich einwandsfrei nicht immer ganz leicht nachweisen lassen, sicher und präcis zu erbringen. So ist z. B. Cellulose von Dreyfuss[1]), Stärke von anderen Autoren z. B. auch Nishimura[2]) in den Bacterien gefunden worden.

Nachdem nun aber durch die Arbeiten von Cramer[3]) nachgewiesen, dass die Bacterien sich in ihrer Zusammensetzung innerhalb gewisser, ziemlich weitgezogener Grenzen ganz dem Nährmaterial anpassen, worauf sie gewachsen, erscheint es nicht unzweckmässig, derartige Untersuchungen noch zu erweitern, sich nicht mit dem Nachweis einzelner Stoffe zu begnügen, sondern zugleich zu untersuchen, von welchen Stoffen im Nährmaterial ihr Vorkommen im wesentlichen abhängt, ob sie nicht

1) Dreifuss, Zeitschrift f. physiol. Chemie, XVIII, S. 358.
2) Nishimura, Arch. f. Hyg., Bd. XVIII, S. 318—333.
3) Cramer, Archiv f. Hygiene, Bd. XVI, S. 151—191.

bei geeigneter Zusammensetzung ganz verschwinden bezw. bei einem andersartigen Nährboden beträchtlich an Menge zunehmen. Man wird also vornehmlich der Bildungsweise der einzelnen Stoffe, die den Bacterienzellleib zusammensetzen, seine Aufmerksamkeit schenken.

In Folgendem soll nun genauer geprüft werden, welchen Einfluss auf die Zusammensetzung der Bacterien ein verschiedener allmählich gesteigerter Traubenzuckergehalt des Nährbodens hat. Die Untersuchung erstreckte sich auf die fettartigen (in Aether löslichen Stoffe) die in Alkohol löslichen Extractivstoffe, endlich die eiweissartigen Körper und die Aschebestandtheile.

Aehnliche Zwecke verfolgende Arbeiten sind wenig bekannt geworden. Ducleaux[1]) konnte den Nachweis erbringen, dass für die Hefezellen eine Fettbildung aus stickstoffhaltigem Material ausgeschlossen ist. Nägeli und Löw[2]) fanden für Penicillium glaucum auf Nährlösungen mit gleichem Stickstoff-, aber steigendem Rohrzuckergehalt auch eine vermehrte Bildung von Fetten.

Cramer[3]) beobachtete einen ausgesprochenen Einfluss des Traubenzuckers im Nährboden auf die in Aether bezw. in Alkohol löslichen Extractivstoffe und auch auf den Eiweissgehalt des Bacterienzellleibes.

Um den Einfluss dieses Gehaltes an Kohlehydraten bezw. Traubenzucker in Culturmedien auf die Menge des producirten Stickstoffes, der Asche, des Fettes und der durch Alkohol extractirbaren Stoffe zu beobachten, wählten wir drei Arten Kapselbacillen: den Pfeiffer'schen, Fadenziehenden, und Nr. 28[4]) und als Nährboden ein neutrales Fleischextract-Traubenzucker-Agar von folgender Zusammensetzung:

1) Sur la nutrition intracellulaire. Annal. de l'Institut Pasteur, 89, Nr. 8, p. 413.

2) Ueber Fettbildung bei niederen Pilzen. Journal f. prakt. Chemie, Nr. 7, Bd. XXI, S. 97.

3) Archiv f. Hygiene, Bd. XVI.

4) Der fadenziehende Kapselbacillus war aus einer Rhinitis herausgezüchtet worden. Von ähnlichen Bacterien unterschied er sich unter

Der Agar war im Autoclaven nach von Meyer und Buchner bereitet, und um möglichst gleichartiges Material zu bekommen, wurde bei jeder Herstellung darauf geachtet, so genau wie möglich in derselben Weise zu verfahren. Diesem »normalen« Fleischextractagar wurden Zusätze

1 % Traubenzuckeragar
5 % »
10 % »

gemacht.

Um die Gleichartigkeit zu controliren, wurden Trockensubstanz-Bestimmungen von Zeit zu Zeit ausgeführt. z. B. ergaben 10 ccm. 1 % Traubenzucker-Agar, bei 40° C. abgemessen, in drei Proben von getrennter Herstellung folgende Werthe:

0,391 g, 0,369 g und 0,383 g Trockensubstanz.

Für die Züchtung der Organismen und um vergleichbares Material zu gewinnen, wurden die Aussaaten von frischen Bouillon-Culturen (von originalen Gelatine-Culturen geimpft) auf bereits erstarrte Agar-Platten mittelst einer Rolle von Platinblech, gemacht[1]).

Die Platten wurden in feuchten Kammern im Thermostaten während **48** Stunden bei **37**° C. aufbewahrt.

Nach dieser Frist wurde die Reinheit controlirt, und die Bacterienmasse mittelst eines Messers vorsichtig abgestreift, im Vacuum getrocknet, und zu feinstem Pulver verrieben.

In den günstigsten Fällen betrug die trockene Ernte von 20 Platten = 300 ccm Nähragar nur 1,0 bis 1,5 g, und die Gewinnung des Materials dehnte sich daher über mehrere Monate aus.

Um zu constatiren, ob flüchtige Producte durch das Trocknen im Vacuum, oder später bei 105° C. verloren gehen, wurde der Vacuum-Apparat (Trocken-Apparat von Arzberger und

---

anderem durch seine stark schleimigen, fadenziehenden Eigenschaften. Für Kaninchen war er stark pathogen. Nr. 28 stammt aus Marburger Flusswasser.

1) Habilitationsschrift S. 14.

Zulkowsky) mit einem Kühler und Vorlagekolben verbunden und die Substanz unter ca. 50 mm Druck bei 45° C. getrocknet.

Die wenigen Tropfen des so erhaltenen Destillats hatten einen zuckerähnlichen Geruch und zeigten saure Reaction, aber schon ein Tropfen $^1/_{10}$ n-$Ba(OH)_2$ genügt zum Alkalisiren.

Flüchtige Säuren sind somit nicht in nennenswerther Menge vorhanden — nie war ein Geruch nach Fettsäuren zu bemerken — obwohl nach Smith[1]) u. A. die Gegenwart von Traubenzucker in Nährböden eine vermehrte Säure- und Gasbildung veranlasst.

Die Gasbildung war um so heftiger, je höher der Zuckergehalt war und der Geruch von Aethylalkohol war leicht erkennbar; besonders beim Oeffnen einer feuchten Kammer, in welcher Culturen von Nr. 28 standen, verbreitete sich im ganzen Zimmer ein angenehmer punschähnlicher Geruch.

Das Material im Vacuum zum constanten Gewicht gebracht, nahm auch bei 105° C. an Gewicht nicht ab und wurde so zur Analyse verwendet. Das fertige Material von 1% zuckerhaltigem Nährboden stellte eine strohgelbe Masse dar, das von Nährböden, mit steigendem Zuckergehalt wird allmählich dunkler bis braun.

Die Stickstoff-Bestimmungen sind nach der Kjeldahl'schen Methode, mit Quecksilberzusatz zur Beförderung der Oxydation ausgeführt. Um die Menge der Stickstoffsubstanz selbst zu erhalten, wurde die Zahl für die Gesammt-Stickstoffe mit dem Factor 6,25 multiplicirt.

Zur Vollendung der Aether- und Alkoholextraction mit dem Soxhlet'schen Apparate waren ca. 24 respective 90 Stunden nothwendig. Auf dem Wasserbade wurden alsdann Aether und Alkohol vertrieben. Da flüchtige Substanzen in der extrahirten Masse vorhanden sind, ist das Gewicht des Rückstandes von der Temperatur bei welcher die Trocknung stattfindet, abhängig.

Die angegebenen Gewichte sind für den Alkoholextract bei 105° C., für den Aetherextract bei 80° C. getrocknet, gültig.

---

1) D. T. Smith, Bedeutung d. Zuckers in Culturmedien Centralblatt f. Bact. u. Parasitk., Bd. XVIII, Nr. 1, S. 1.

Die manchmal geringe Uebereinstimmung der procentischen Zahlen des Alkoholextractes ist dadurch zu erklären, dass beim Verdampfen des Alkohols und Trocknen flüchtige aromatische Substanzen ungleichmässig verdunsteten. Leider wurde es vergebens versucht, diesen Uebelstand dadurch zu beseitigen, dass man den Gewichtsverlust der mit der Substanz gefüllten Extractionshülse bestimmte. Trotzdem im Vacuum bei ca. 40° getrocknet wurde, stimmten die Controlanalysen schlechter untereinander überein, geben aber etwa 3 bis 4% höhere Resultate als die durch Wiegung der Kolben unter gleichen Verhältnissen. Es gingen offenbar selbst beim Trocknen im Vacuum und schon bei der Extraction Substanzen weg, ausserdem ist vielleicht auch zu beachten, dass der Alkohol ungleich in das zu extrahirende Material eindringt, dass Theile verkleben und selbst bei tagelangem Extrahiren dem Eindringen des Alkohols Widerstand leisten.

Namentlich um einen Vergleich mit den früheren Zahlen zu ermöglichen, ist die oben angegebene Berechnungsweise gewählt.

Zur bequemeren Uebersicht habe ich die Resultate der einzelnen Analysen, die sich am Schlusse der Arbeit finden, in einer Generaltabelle (s. S. 35) zusammengestellt.

Bei Betrachtung der Tabelle I sieht man zunächst ohne Weiteres eine constante Verminderung des Stickstoffgehalts der Bacterienmasse bei steigendem Zuckergehalt des Nährbodens.

Ob der Gesammtstickstoff zum Theil aus Eiweissstickstoff, zum Theil aus Extractivstickstoff besteht, und ob die Extractivstickstoffsubstanzen einen niederen Stickstoffgehalt haben, als die Bacterieneiweisse, liess sich mit den geringen Quantitäten des Materials nicht entscheiden. Da wenigstens in einzelnen Proben des Alkoholextractes namentlich bei Wachsthum auf Nährböden mit höherem Traubenzuckergehalt, allerdings geringfügige Mengen Stickstoff sich nachweisen liessen, kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit folgern, dass mit zunehmendem Traubenzucker-(Kohlehydrat-)Gehalt des Nährbodens die Menge des Bacterieneiweisses noch mehr abnimmt als aus den

hier angeführten Zahlen der Gesammtstickstoffsubstanz hervorgeht. Die Bacterien verarmen bei dieser Züchtungsweise ganz beträchtlich an Eiweiss.

Tabelle I.

		1%	5%	10%
		Traubenzucker		
		%	%	%
Pfeiffer's Bacillus	Stickstoff-Substanz	62,75	58,88	45,88
	Aether-Extract	1,68	3,50	2,67
	Alkohol-Extract	12,17	17,30	29,60
	Asche	7,16	2,97	3,09
	Summa	83,76	82,65	81,24
Nr. 28	Stickstoff-Substanz	71,81	59,12	46,25
	Aether-Extract	3,32	3,84	2,84
	Alkohol-Extract	11,39	15,91	22,78
	Asche	6,51	3,66	4,18
	Summa	93,03	82,53	76,05
Fadenziehender Bacillus	Stickstoff-Substanz	61,06	44,31	33,25
	Aether-Extract	1,74	2,24	1,87
	Alkohol-Extract	18,40	21,80	27,50
	Asche	8,09	4,50	3,02
	Summa	89,29	72,85	65,64

Die Vermehrung der Extractivstoffmenge geht gleicher Weise Hand in Hand mit dem vermehrten Zuckergehalt des Nährbodens, der in Aether lösliche allerdings nur bis zu 5% Traubenzucker; bei 10% scheint die Grenze der Fettbildung schon überschritten. In dieser Beziehung ist allerdings der Zusammenhang zwischen dem Aetherextract und der Aschemenge hervorzuheben. Thatsächlich entspricht dem höheren Zuckergehalt (5% und noch mehr bei 10%) eine Verminderung der Aschebestandtheile und Vermehrung der Fette. Zieht man den Aschegehalt wie bisher in die Berechnung mit hinein, so könnte es scheinen, dass die Aetherextractmenge nur durch einen verminderten Aschegehalt relativ erhöht worden wäre.

Dass das nicht der Fall ist, ergibt die procentuale Berechnung mit Ausschluss der Asche (s. Tab. II), wobei sich ohne Weiteres zeigt, dass die untersuchten Bacterien mehr Aether- und Alkoholextractivstoffe auf Nährböden mit höherem Zuckergehalt (bis zu 5%, bei Alkolextract selbst bei 10%) als auf solchen mit niederem produciren.

Tabelle II.

Alkohol- und Aether-Extract.

Relative Zahlen

	1%	5%	10%
Pfeiffer's Kapselbacillus.			
Alkohol-Extract	100	128	223
Aether-Extract	100	201	116
Fadenziehender Kapselbacillus.			
Alkohol-Extract	100	117	145
Aether-Extract	100	124	102
Nr. 28.			
Alkohol-Extract	100	132	195
Aether-Extract	100	112	83

Die Differenzen sind ziemlich beträchtliche und überschreiten jedenfalls die unvermeidlichen (s. o.) Analysenfehler um ein Beträchtliches.

Die Menge des Alkoholextractes erscheint z. B. bei Wachsthum auf 10% Traubenzuckeragar durchweg auf rund das Doppelte.[1])

Die Schwankungen bei den fettartigen Körpern betragen im Maximum 200%, im Minimum 12% (richtiger 24%).

Die Natur dieser Bacterienfette, respective die Art ihrer Bildungsweise, und die Zersetzungsproducte des Traubenzuckers konnten wegen Mangels an Material nicht näher studirt werden. Weitere Versuche darüber werden angestellt.

1) Dass eine Verunreinigung der Bacterienmasse mit Traubenzucker aus dem Nährboden nicht oder nur in ganz verschwindendem Maasse stattgefunden, ist schon in der Arbeit von Cramer (a. a. O.) dargethan.

Da die im Fleischextract und dem Pepton normal vorhandenen Aschebestandtheile durch die Zusätze von Traubenzucker in der Trockensubstanz quasi verdünnt wurden, ist es nicht uninteressant, das Verhalten der Asche genauer zu prüfen (siehe Tab. III). Es zeigt sich nun ohne Weiteres, dass, je mehr die Trockensubstanz des Nährbodens an Asche verarmt, desto mehr auch diejenige der Bacterien abnimmt; doch tritt bei fortgesetztem Aermerwerden der Nährbodentrockensubstanz an Asche, nicht auch ein solches bei den Bacterien ein. Auf einem gewissen Minimum an Aschebestandtheilen angelangt, besitzen die Bacterien ein entschiedenes Vermögen, dasselbe festzuhalten, nicht unter dasselbe hinunter zugehen.

Tabelle III.
Aschegehalt der Trockensubstanz.

Traubenzuckergehalt	Pfeiffer's Kapselbacillus		Fadenziehender Kapselbacillus		Nr. 28	
1%	6,50 7,82	7,16	8,12 8,07	8,10	6,51 7,82	6,51
5%	2,80 3,13	2,97	4,71 4,28	4,50	3,89 3,43	3,66
10%	2,88 3,29	3,09	2,76 3,28	3,02	4,20 4,16	4,18

Sonderbarer Weise bleibt bei der Summirung der N-Substanzen + Aetherextract + Alkoholextract + Asche überall ein bedeutender »nicht bestimmbarer Rest«. Dabei erfährt dieser unbestimmbare Rest mit steigendem Traubenzuckergehalt eine erhebliche Zunahme.

Es liess sich nun nachweisen, dass, wenn man die getrocknete Bacterienmasse zunächst mit Alkohol und Aether auszog und dann mit verdünnter Schwefelsäure kochte, eine nicht unbeträchtliche Menge reducirender Körper auftrat, und dass dieselben bei dem Bacterienmaterial mit höherem Traubenzuckergehalte wesentlich erhöht schienen, vermisst wurden dagegen bei Wachsthum auf 1% Peptonagar und 5% Peptonagar, — wovon noch einiges Material von der Untersuchung von Cramer herrührend vorhanden war. — Leider reichte in keinem Falle das Material

aus zu einer genaueren Untersuchung über die Natur dieser reducirenden Stoffe. Dass sie nicht durch Zerlegung etwa vorhandener Bacteriencellulose entstanden, geht daraus hervor, dass in zwei Fällen, wo erhebliche Reduction beobachtet wurde, der Nachweis von Cellulose auch nach der empfindlichen Methode von Hoppe-Seyler und Dreyfuss[1]) nicht zu erbringen war, selbst bei Verwendung von über 1 g getrockneten Bacterienmaterials. Nun ist allerdings nach der gleichen Methode von Winterstein[2]) aus Hut- und Fadenpilzen ein Präparat dargestellt, das bei der Hydrolyse ebenfalls Dextrose lieferte, aber stickstoffhaltig war. Es könnte sich also auch in unserem Falle um ähnliche Körper gehandelt haben. Da aber von Rubner und Nishimura[3]) das Vorkommen von Stärke in dem Kapselbacillus Nr. 28 bei Wachsthum auf Kartoffeln dargethan, halte ich es bei der grossen Verwandtschaft der untersuchten Bacterien für sehr wahrscheinlich, dass auch in unserem Falle stärke-ähnliche Körper den Ausgangspunkt für die reducirenden Stoffe bildeten. Der »unbestimmbare Rest« wäre somit zum grössten Theil durch die nicht bestimmte Stärke zu erklären. Da wir die reducirenden Körper bei Wachsthum auf 1% und 5% Peptonagar vermissen, würde sich eine gewisse Beziehung des Kohlehydrategehaltes der Bacterien und des Nährbodens zweifellos ergeben. Auf eiweissreichen Nährböden würden die Bacterien keine Kohlehydrate bilden, sich aber um so mehr an Kohlehydraten anreichern, als man ihnen solche im Nährboden zuführt. Ich möchte aber nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass ich diese Ansicht mit allem Vorbehalt gebe. Weitere Untersuchungen müssen hier Aufklärung schaffen.

Die Resultate der Untersuchung lassen sich kurz folgendermaassen zusammenfassen:

1. Mit zunehmendem Traubenzucker- (Kohlehydrate-) Gehalt des Nährbodens findet eine Abnahme des Bacterieneiweisses statt.

---

1) Dreyfuss, Zeitschrift f. physiolog. Chemie, XVIII, 1893, S. 358.
2) Winterstein, Zeitschrift f. physiolog. Chemie, XIX, 1894, S. 521.
3) a. a. O.

2. Unter denselben Bedingungen nehmen Alkohol- und Aetherextractivstoffe erheblich (um ca. 100%) zu; allerdings scheinen bei einem Traubenzuckergehalte von mehr als 5% schon die günstigsten Bedingungen für die Bildung von fettartigen Körpern überschritten, während die alkohollöslichen Extractivstoffe auch bei weiteren Zusätzen von Traubenzucker zum Nährmaterial noch zunehmen.

3. Es scheint nicht unwahrscheinlich (für Nr. 28 ist der Nachweis geliefert), dass die Kohlehydratbildung bei den untersuchten Bacterien in einer gewissen Abhängigkeit steht von dem Kohlehydratgehalte des Nährbodens.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, für die Anregung zu der Arbeit und die dabei gewährte Unterstützung meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Dr. E. Cramer, meinen besten Dank auszusprechen.

Analytische Belege.

Pfeiffer, auf 1% Traubenzucker-Agar.

Stickstoff-Bestimmung:

I. 0,3861 g Substanz geben 0,0385 g N, oder 9,99%
II. 0,3180 » » » 0,0321 » » » 10,09 »
Mittel = 10,04% N = 62,75 N-Substanz.

Aether-Extraction:

I. 1,0295 g Substanz geben 0,0184 g Extract, oder 1,69%
II. 0,9510 » » » 0,0160 » » » 1,67 »
Mittel = 1,68%.

Alkohol-Extraction:

I. 1,0295 g Substanz geben 0,1300 g Extract, oder 12,62%
II. 0,9510 » » » 0,1115 » » » 11,73 »
Mittel = 12,17%.

Asche-Bestimmung:

I. 0,9965 g Substanz geben 0,0648 g Asche, oder 6,50%
II. 0,7904 » » » 0,0628 » » » 7,82 »
Mittel = 7,16%.

Nr. 28, auf 1% Traubenzucker-Agar.

Stickstoff-Bestimmung:

I. 0,5275 g Substanz geben 0,0606 g N, oder 11,48%
II. 0,5040 » » » 0,0580 » » » 11,50 »
Mittel = 11,49% N = 71,81% N-Substanz.

Aether-Extraction:

I. 1,1445 g Substanz geben 0,0380 g Extract. oder 3,32%

II. misslungen.

Mittel = 3,32%.

Alkohol-Extraction:

I. 1,1445 g Substanz geben 0,1304 g Extract, oder 11,39%

II. misslungen.

Mittel = 11,39%.

Asche-Bestimmung:

I. 0,2703 g Substanz geben 0,0176 g Asche, oder 6,51%

II. misslungen.

Mittel = 6,51%.

Fadenziehender, auf 1% Traubenzucker-Agar.

Stickstoff-Bestimmung:

I. 0,2979 g Substanz geben 0,0290 g N, oder 9,75%

II. 0,3686 » » » 0,0362 » » » 9,80 »

Mittel = 9,77% N = 61,06% N-Substanz.

Aether-Extraction:

I. 1,3478 g Substanz geben 0,0225 g Extract, oder 1,67%

II. 1,3795 » » » 0,0260 » » » 1,81 »

Mittel = 1,74%.

Alkohol-Extraction:

I. 1,3487 g Substanz geben 0,2575 g Extract, oder 19,9%

II. 1,3795 » » » 0,2344 » » » 16,9 »

Mittel = 18,40%.

Asche-Bestimmung:

I. 0,8313 g Substanz geben 0,0671 g Asche, oder 8,07%

II. 0,5045 » » » 0,0410 » » » 8,10 »

Mittel = 8,09%.

Pfeiffer, auf 5% Traubenzucker-Agar.

Stickstoff-Bestimmung:

I. 0,3419 g Substanz geben 0,0323 g N, oder 9,46%

II. 0,2897 » » » 0,0271 » » » 9,38 »

Mittel = 9,42% N = 58,88% N-Substanz.

Aether-Extraction:

I. 0,9010 g Substanz geben 0,0310 g Extract, oder 3,44%

II. 0,9432 » » » 0,0335 » » » 3,56 »

Mittel = 3,50%.

Alkohol-Extraction:

I 0,9010 g Substanz geben 0,1599 g Extract, oder 17,73%

II. 0,9432 » » » 0,1493 » » » 16,88 »

Mittel = 17,30%.

Asche-Bestimmung:

I. 0,3103 g Substanz geben 0,0087 g Asche, oder 2,80%

II. 0,2813 » » » 0,0088 » » » 3,13 »

Mittel = 2,97%.

Nr. 28, auf 5% Traubenzucker-Agar.

Stickstoff-Bestimmung:

I. 0,3618 g Substanz geben 0,0343 g N, oder 9,48%
II. 0,3149 » » » 0,0297 » » » 9,45 »
Mittel = 9,46% N = 59,12% N-Substanz.

Aether-Extraction:

I. 0,9950 g Substanz geben 0,0370 g Extract, oder 3,72%
II. 1,1377 » » » 0,0450 » » » 3,96 »
Mittel = 3,84%.

Alkohol-Extraction:

I. 0,9950 g Substanz geben 0,1811 g Extract, oder 18,20%
II. 1,1377 » » » 0,1550 » » » 13,62 »
Mittel = 15,91%.

Asche-Bestimmung:

I. 0,5035 g Substanz geben 0,0196 g Asche, oder 3,89%
II. 0,6091 » » » 0,0209 » » » 3,43 »
Mittel = 3,66%.

Fadenziehender, auf 5% Traubenzucker-Agar.

Stickstoff-Bestimmung:

I. 0,2250 g Substanz geben 0,0155 g N, oder 6,90%
II. 0,3550 » » » 0,0259 » » » 7,29 »
Mittel = 7,09% N = 44,31% N-Substanz.

Aether-Extraction:

I. 0,6780 g Substanz geben 0,0165 g Extract, oder 2,44%
II. 1,1626 » » » 0,0237 » » » 2,04 »
Mittel = 2,24%.

Alkohol-Extraction:

I. 0,6780 g Substanz geben 0,1685 g Extract, oder 23,09%
II. 1,1626 » » » 0,2384 » » » 20,51 »
Mittel = 21,80%.

Asche-Bestimmung:

I. 0,8042 g Substanz geben 0,0380 g Asche, oder 4,71%
II. 0,5553 g » » 0,0242 » » » 4,28 »
Mittel = 4,50%.

Pfeiffer, auf 10% Traubenzucker-Agar.

Stickstoff-Bestimmung:

I. 0,3102 g Substanz geben 0,0225 g N, oder 7,29%
II. 0,3396 » » » 0,0251 » » » 7,39 »
Mittel = 7,34% N = 45,88% N-Substanz.

Aether-Extraction:

I. 1,0915 g Substanz geben 0,0281 g Extract, oder 2,58%
II. 1,1960 » » » 0,0330 » » » 2,76 »
Mittel = 2,67%.

Alkohol-Extraction:

I. 1,0915 g Substanz geben 0,2998 g Extract, oder 27,47%
II. 1,1960 » » » 0,3795 » » » 31,73 »
Mittel = 29,60%

Asche-Bestimmung:

I. 0,5445 g Substanz geben 0,0179 g Asche, oder 3,29%
II. 0,4862 g » » 0,0140 » » » 2,88 »
Mittel = 3,09%.

Nr. 28, auf 10% Traubenzucker-Agar.

Stickstoff-Bestimmung:

I. 0,4430 g Substanz geben 0,0328 g N, oder 7,42%
II. 0,3893 » » » 0,0287 » » » 7,38 »
Mittel = 7,40% N = 46,25% N-Substanz.

Aether-Extraction:

I. 0,9941 g Substanz geben 0,0318 g Extract, oder 3,20%
II. 1,2020 » » » 0,0298 » » » 2,48 »
Mittel = 2,84%.

Alkohol-Extraction:

I. 0,9941 g Substanz geben 0,2049 g Extract, oder 20,62%
II. 1,2020 » » » 0,2998 » » » 24,94 »
Mittel = 22,78%.

Fadenziehender, auf 10% Traubenzucker-Agar.

Stickstoff-Bestimmung:

I. 0,4365 g Substanz geben 0,0233 g N, oder 5,36%
II. 0,3645 » » » 0,0191 » » » 5,29 »
Mittel = 5,32% N = 33,25% N-Substanz.

Aether-Extraction:

I. 1,0854 g Substanz geben 0,0255 g Extract, oder 2,07%
II. 1,1232 » » » 0,0187 » » » 1,67 »
Mittel = 1,87%.

Alkohol-Extraction:

I. 1,0854 g Substanz geben 0,3185 g Extract, oder 29,34%
II. 1,1232 » » » 0,2882 » » » 25,66 »
Mittel = 27,50%.

Asche-Bestimmung:

I. 0,4895 g Substanz geben 0,0135 g Asche, oder 2,76%
II. 0,4539 » » » 0,0149 g » » 3,28 »
Mittel = 3,02%.

Ueber die beim Erhitzen der Milch ausfallenden Eiweissmengen.

Von

Dr. P. Solomin.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Die den nachfolgenden Mittheilungen zu Grunde liegenden Versuche beschäftigen sich mit dem Verhalten der Milcheiweisskörper beim Erhitzen der Milch auf verschieden hohe Temperatur. Es wurde festzustellen gesucht, welchen Antheil oder wie viel von den Eiweisssubstanzen der Milch bei verschiedenen eine bestimmte Zeit hindurch gleichmässig einwirkenden Temperaturgraden zur Abscheidung kommt. Nicht ohne Grund wird die Bezeichnung »Coagulation« vermieden, weil in den einzelnen Fällen neben Gerinnung sicherlich noch eine durch anderweitige Einflüsse herbeigeführte Ausscheidung von Eiweisssubstanzen (Caseïn) statt hat.

Die gang und gäbe Ansicht geht dahin, dass beim Sieden der Milch das Albumin gerinnt, während das Caseïn unverändert bleibt; ob auch bei Temperaturen unterhalb des Siedepunktes eine Abscheidung von Eiweisskörpern in der Milch erfolgt, und wie sich die Eiweisskörper der Milch bei Temperaturen über dem Siedepunkt verhalten, darüber liegen Angaben nicht vor. Nach dieser Richtung soll also die vorliegende, auf Veranlassung von Herrn Professor Rubner unternommene Untersuchung ergänzend eingreifen.

Der Vorgang war der, dass je 100 bezw. 50 ccm Milch im Wasserbad eine viertel bis eine Stunde bei der gewünschten Temperatur erhalten wurden. Nach dem Erkalten wurden die Proben filtrirt, das Filter mit dem Rückstand getrocknet, im Soxhlet'schen Extractionsapparat mit Aether bis zur Erschöpfung extrahirt, dann bis zur Gewichtsconstanz bei 120 Graden getrocknet und gewogen. Das zuletzt ermittelte Gewicht minus dem Gewicht des Filters ergab die Menge des fettfreien Rückstandes. Hierauf wurde das Filter mit dem Rückstand verascht. Der nach Abzug der Asche verbliebene Rest durfte als Eiweiss angesehen werden. In einer Anzahl von Fällen wurde statt der Aschebestimmung in dem auf dem Filter nach der Aetherextraction verbliebenen Rückstand der Stickstoffgehalt nach Kjeldahl ermittelt und daraus die entsprechende Eiweissmenge gerechnet. Wo in den nachfolgenden Tabellen weder Asche noch Stickstoffgehalt des Rückstandes angegeben sind, wurde derselbe auf organisch gebundenen Phosphor untersucht, um über die Natur der abgeschiedenen Eiweisssubstanz Aufschluss zu erhalten. War die Quantität des Eiweissrückstandes grösser als der in der Milch überhaupt vorhandenen Albuminmenge entsprach, dann konnte über das gleichzeitige Vorhandensein von Casëin im Rückstande ohnehin kein Zweifel bestehen.

Ferner wurden jedesmal auch Proben der rohen, nicht erhitzten Milch filtrirt und in gleicher Weise weiter behandelt, um mit Rücksicht auf eine schon etwa stattgehabte Abkochung der Milch, die ja oft genug von den Milchhändlern praktizirt wird, eine Controle zu haben.

Die Durchführung der Versuche stellten sich indessen erhebliche Schwierigkeiten in den Weg, da oft genug auch bei Verwendung der Saugvorrichtung die Filtration nicht innerhalb brauchbarer Zeit durchführbar war, die Milch gerann oder das auf dem Filter sich festsetzende Milchfett brachte die Filtration gänzlich zum Stillstand. Bei Verwendung von (centrifugirter) Magermilch liessen sich die Verhältnisse besser an, obzwar wir auch da oft genug Fehlversuche zu verzeichnen hatten.

Zu erwähnen ist noch, dass der Rückstand auf dem Filter mit destillirtem Wasser, dem eine Spur Essigsäure zugesetzt war, nachgewaschen wurde, bis das Filtrat nahezu farblos und klar abfloss.

Bei der Filtration der Milch, welche eine Viertelstunde auf 50—55° erwärmt worden war, fand sich im allgemeinen kein Rückstand, oder besser gesagt, kein grösserer Rückstand als ihn die rohe Milch bei der Filtration ergab. Die Abscheidung von Eiweisskörpern scheint erst bei 60 Graden zu beginnen. Für das Lactalbumin wird die Coagulationstemperatur je nach Concentration und Salzgehalt zu 72—80° angegeben. Vielleicht handelt es sich bei der schon um 60° erfolgenden Abscheidung um das Lactoglobulin, dessen Vorkommen in der Milch mehrfach angegeben wird. Die Mengen sind aber jedenfalls zu gering, um eine darauf gerichtete Untersuchung mit Erfolg aufnehmen zu können. In den Rückständen, die nach dem Erhitzen der Milchproben auf 80 und mehr Grade erhalten wurden, fanden sich zumeist auch deutlich nachweisbare Spuren von organischem Phosphor neben der an Calcium gebundenen Phosphorsäure, was dafür spricht, dass die Rückstände auch Casëin eingeschlossen hatten. Die beim Erhitzen der Milch auf 100° zur Abscheidung kommenden Eiweissmengen wurden übrigens meist geringer gefunden als der Albuminmenge entsprach, die nach dem Verfahren von Hoppe-Seyler in der auf das 20fache verdünnten Milch — nach der vorausgegangenen Ausfüllung des Casëins — bestimmt wurde.

Ueber die quantitativen Verhältnisse der Eiweissabscheidung beim Erhitzen der Milch zwischen 60° und 100° gibt die nachfolgende Tabelle (s. S. 46) Aufschluss.

Beim Erhitzen der Milch auf 110—120°, welche wir im Autoclaven vorgenommen haben, wurden im Allgemeinen nicht mehr Eiweisskörper abgeschieden als bei 100°, wobei sich allerdings eine gewisse Abhängigkeit von der Zeit der betreffenden Temperatureinwirkung geltend machte. Erst bei Temperaturen, welche über 120° hinausgingen, bei 130—140° erfolgte eine Abscheidung, fast sämmtliche Eiweisskörper in Klumpen mit reich-

lichem Einschluss von Fett und anorganischen Bestandtheilen, wobei sich das Serum als stark braungefärbte molkige Flüssigkeit abschied. (Siehe Tabelle II.)

Tabelle I.

In 100 ccm Milch bei ¼stündigem Erhitzen:

Temperatur Grad	Rückstand auf dem Filter nach Aetherextraction	Bemerkungen
55	0,066	Der Milch war Formalin zugesetzt worden.
60	0,062	Spuren von organ. Phosphor und phosphors. Kalk.
60	0,029	Asche 0,008.
65	0,037	Die rohe Milch ergab 0,007 Rückstand.
65	0,019	Eiweiss aus dem N-Gehalt (0,004) gerechnet = 0,024.
65	0,076	Asche 0,002.
80	0,102	Organischer Phosphor nachweisbar.
80	0,097	Asche 0,005.
85	0,100	Asche 0,005.
85	0,053	Eiweiss (aus dem N-Gehalt gerechnet) 0,059.
85	0,109	Asche 0,006.
90	0,092	Asche 0,007.
90	0,058	Asche 0,005.
95	0,237	Eiweiss (aus dem N-Gehalt gerechnet) = 0,1751.
97—98	0,263	Asche 0,010.
98	0,193	Asche 0,019.
100	0,281	Asche 0,008.
100	0,142	Asche 0,006.
100	0,184	Organ. Phosphor und phosphors. Kalk enthaltend.

Tabelle II.

Temperatur Grad	Dauer der Einwirkung	Rückstand	Bemerkungen
110	¼ Std.	0,333	0,001 Asche.
110	¼ Std.	0,174	Eiweiss (aus dem N-Gehalt gerechnet) 0,185.
110	¼ Std.	0,117	Asche 0,008 } dieselbe Milch.
110	1 Std.	0,257	Asche 0,0095 } dieselbe Milch.
120	¼ Std.	0,231	0,009 Asche.
120	¼ Std.	0,201	0,189 Eiweiss (aus dem N-Gehalt gerechnet).

Im Grossen und Ganzen werden also, wie ja zu erwarten, von 60° ab mit zunehmender Temperatur auch grössere Eiweissmengen zur Abscheidung gebracht, doch fanden sich erhebliche Schwankungen, wofür nicht nur die Concentration und der Salzgehalt, sondern ohne Zweifel auch der Fettgehalt der Milch maassgebend sein dürften. Sicherlich ist auch der Säuregrad auf die genannten Verhältnisse von Einfluss, doch hat sich bei den mitgetheilten Versuchen und den gleichzeitig vorgenommenen Bestimmungen des Säuregrades eine vergleichsweise Abhängigkeit nicht feststellen lassen.

Beim Erhitzen der Milch auf 130—140° unter Druck im Autoclaven ergaben sich constantere Verhältnisse. Zur Untersuchung wurde hierbei folgendermaassen verfahren: In der rohen Milch wurden zunächst nach dem Vorgang von Hoppe-Seyler Casëin und Albumin bestimmt. Dann wurden 100 ccm derselben Milch eine viertel oder halbe Stunde auf 130 bezw. 140° erhitzt, nach dem Erkalten filtrirt. In 20 ccm des Filtrates wurde nunmehr wiederum die Bestimmung des Casëins vorgenommen.

I. In der rohen Milch, welche neutral reagirte, wurde der Albumingehalt zu 0,425% und der Caseïngehalt zu 2,775% bestimmt (Aschengehalt des Caseïns = 0,0065%).

Nach dem Erhitzen von 100 ccm der Milch auf **130°** wurden im Filtrat noch **0,830** Caseïn durch Essigsäure und CO_2 gefällt.

Der auf dem Filter verbliebene Rückstand (beim Erhitzen auf 130°) betrug nach der Extraction des Fettes **2,554** mit einem Eiweissgehalt von 1,9033 (aus der N-Menge berechnet).

Beim Erhitzen auf **140°** betrug der Rückstand auf dem Filter **3,039**, im Filtrat waren nur mehr 0,180 Caseïn enthalten. Der Aschegehalt des bei 140° erhaltenen Rückstandes war 0,2765, also fast der zehnte Theil desselben und sicherlich die Hälfte sämmtlicher Aschebestandtheile der Milch. Die Asche wurde mit Salpetermischung zusammengeschmolzen, die Schmelze in Wasser gelöst, mit HNO_3 übersäuert und die Phosphorsäure als Molybdat gefällt. Der Niederschlag nach dem Auflösen in Ammoniak wiederum als phosphorsaure Ammoniakmagnesia gefällt. 0,2765 Asche enthielten 0,189 $Mg_2P_2O_7$, entsprechend 0,1205 P_2O_5. Das bei 140° sich abscheidende Coagulum scheint sonach fast sämmtliche — organisch und an Calcium gebundene — Phosphorsäure einzuschliessen.

II. Fettfreier Rückstand aus 100 ccm Milch nach ¼stündigem Erhitzen auf 140°: 2,898. Dieser Rückstand wurde schwach verkohlt, die Kohle mit

verdünnter Salzsäure und Wasser extrahirt. Im salzsaueren Auszug wurde die Phosphorsäure mit Magnesia-Mischung gefällt, es wurden erhalten 0,142 $Mg_2P_2O_7$, entsprechend 0,0905 P_2O_5. Der kohlige Rückstand wurde nunmehr mit Salpetermischung zusammengeschmolzen und die Schmelze wie in Versuch I weiterbehandelt. Es wurden erhalten 0,015 $Mg_2P_2O_7$ entsprechend 0,0095 P_2O_5, die also dem organisch gebundenen Phosphor zuzurechnen wäre, während die im salzsaueren Auszug enthaltene Phosphorsäuremenge von 0,0905 P_2O_5 als dem Calcium zugehörig anzusehen ist.

III. In 100 ccm Milch sind enthalten 0,450 Albumin und 2,875 Caseïn. Nach ½ stündigem Erhitzen auf 130° wird auf dem Filter aus 100 ccm ein Rückstand von 2,043 erhalten, im Filtrat finden sich noch 0,532 Caseïn. Der Rückstand von 2,043 enthält 0,197 Asche.

Nach ¼ stündigem Erhitzen auf 140° beträgt der Rückstand aus 100 ccm Milch: 2,204 g, im Filtrat sind noch 0,326 g Caseïn ausfällbar. Der Aschengehalt des 2,204 g betragenden Rückstandes ist gleich 0,209 und enthält 0,176 $Mg_2P_2O_5$, entsprechend 0,0923 P_2O_5.

Es werden also beim Erhitzen der Milch auf 130—140° das Albumin und auch Casëin fast vollständig abgeschieden, und gleichzeitig werden etwa die Hälfte aller Aschebestandtheile von dem entstehenden Coagulum eingeschlossen und zwar wird, wie die in der Asche der Rückstände vorgenommenen Phosphorsäurebestimmungen ergaben, wohl aller an Phosphorsäure gebundene Kalk dabei mitgefällt.

Ueber den

Mahlprocess und die chemische Zusammensetzung der Mahlproducte einer modernen Roggen-Kunstmühle.

Von

Dr. **Max Falke,**

Militärapotheker.

(Aus dem hygienisch-chemischen Laboratorium der Kaiser-Wilhelm-Akademie zu Berlin.)

(Mit 1 Tafel.)

Einleitung. Arbeiten früherer Untersucher.

Im Gegensatz zu den zahlreichen Analysen, die wir von Weizen- und Roggen-Körnern und Mehlen der verschiedensten Art und Herkunft in dankenswerther Fülle und Vollständigkeit und von den zuverlässigsten Untersuchern besitzen, haben systematische und unter sich zusammenhängende Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Endproducte und der noch weit zahlreicheren Zwischenstufen, welche der hochentwickelte Mahlprocess moderner Hoch- oder Kunstmüllerei liefert, nicht nur ein grosses theoretisches, sondern bei der immer weiteren Ausbreitung dieses vervollkommneten Mahlverfahrens auch ein erhebliches praktisches Interesse.

Aus der Liebig'schen Zeit sind zwei hierhergehörige Arbeiten zu erwähnen, eine ältere von W. Mayer: »Ueber das Verhältniss der Phosphorsäure zu dem Stickstoff in einigen Samen« (Annalen d. Chem. u. Pharm. Bd. 101. S. 129. 1857), in der unter 60 verschiedenen Korn- und Samensorten auch

4 zusammengehörige Arten von Weizenmehl berücksichtigt worden sind, und sodann die 10 Jahre später erschienene, bekannte, ausführliche Arbeit von Liebigs Schüler Dempwolf: »Untersuchung des ungarischen Weizens und Weizenmehls« (Annalen d. Chem. u. Pharm. Bd. 144. S. 343. 1869), welche sich auf die sämmtlichen Mehle und sonstigen Handelsproducte (Gries- und Kleiesorten) der weltbekannten Pester Walzmühle bezieht.

Die für uns in Betracht kommenden Zahlen Mayers sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Es handelt sich um 4 verschiedene, von einem und demselben, für sich allein jedoch nicht mituntersuchten Weizen stammende Proben: Weizenmehl No. 0, Suppengries aus Weizen, Weizenmehl No. 4 und Weizenkleie No. 6. Zwischen Mehl No. 0 und Kleie No. 6 sollen 5 Mehl- und 1 Kleiesorte liegen.

Die Zusammensetzung der Proben war folgende:

Proben	Wassergehalt	Stickstoff	Asche	In 100 Asche fand sich Phosphorsäure	Verhältnis der Phosphorsäure zum Stickstoff
		in Procenten d. Trockensubst.			
Superfeines Weizenmehl Nr. 0	13,29	2,01	0,58	34,5	100 : 1005
Suppengries aus Weizen . . .	13,61	2,44	0,68	36,6	100 : 929
Weizenmehl Nr. 4	13,05	2,19	1,29	37,6	100 : 451
Grobe Weizenkleie Nr. 6 . .	13,59	4,32	5,72	49,3	100 : 153

Von den Schlusssätzen Mayers sind die folgenden (A. a. O. S. 161) von Interesse:

»4.) Die verschiedenen Mehlsorten von einer und derselben Frucht gemahlen, enthalten, je weisser und feiner dieselben sind, um so weniger Stickstoff, um so weniger Salze und in diesen um so weniger phosphorsaure Verbindungen. Die feinsten Mehlsorten haben also als plastisches Nahrungsmittel geringeren Werth, wie die sogenannten geringeren Sorten.«

»5.) Die Kleie vom Getreide ohne Spelzen enthält eine sehr grosse Menge von Stickstoff und von Salzen. Die Asche

derselben besteht grösstentheils aus phosphorsauren Verbindungen und enthält nur wenig Kieselerde; sie unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Asche der Spelzen. Die Kleie ist als ein höchst werthvolles Nahrungsmittel zu betrachten.«

Auch aus der in den Lehrbüchern und Sammelwerken ständig citirten Dempwolf'schen Arbeit mögen die hauptsächlichsten Zahlen hier kurz angeführt werden. Er untersuchte die sämmtlichen 13 in den Handel kommenden Mahlproducte der Pester Walzmühle: 9 Mehl-, 2 Gries- und 2 Kleiesorten, ausserdem das zugehörige ganze Korn und den als Abfall gewonnenen sogenannten Koppstaub, im ganzen also 15 Proben. Davon waren A und B sogenannte Kochgriese, die Mehlnummern 0, 1, 2 und 3 die feinen Auszugmehle, No. 4 und 5 Semmelmehle, 6 und 7 Brotmehle, 8 Schwarzmehl, 9 und 10 Kleie, 11 der abfallende Koppstaub.

Ueber die Ausbeute waren von der Fabrik folgende Angaben gemacht worden, allerdings lediglich nach dem Jahresmittel und nicht speciell für die untersuchten Proben ermittelt:

A und B	0,489	Kochgriese	18,725%
0	3,144	Auszugmehle	
1	2,635		
2	5,291		
3	7,165		
4	14,757	Semmelmehle	32,682%
5	17,925		
6	15,419	Brotmehle	22,224%
7	6,805		
8	2,576	Schwarzmehl	2,576%
9	9,516	Kleien	18,516%
10	9,000		
11	1,290	Koppstaub-Abfall	1,240%
	3,980	verstaubt	3,980%
	Sa. 100		Sa. 100

Die Zusammensetzung der Proben erhellt aus nachstehender Tabelle:

Proben		Wasser	Asche	Stick-stoff	Stickst.-Subst. N×6,41	Stärke	Stick-stoff in % der Trock.-subst.	Verhältnis d. Phosphorsäure zum Stickstoff
		in Proc. der ursprünglichen Substanz						
Kochgriese	A	11,050	0,398	1,858	11,910	69,984	2,089	100 : 944
	B	11,545	0,386	1,658	10,628	69,530	1,874	
Auszugmehle	0	10,077	0,380	1,808	11,520	72,145	2,011	100 : 1010
	1	10,618	0,416	1,851	11,865	71,017	2,071	100 : 911
	2	10,492	0,452	1,868	11,974	68,867	2,087	100 : 796
	3	10,142	0,481	1,907	12,224	68,386	2,122	100 : 807
Semmelmehle	4	10,421	0,586	1,981	12,699	67,302	2,212	100 : 676
	5	10,544	0,611	2,178	13,961	67,176	2,435	100 : 710
Brotmehle	6	10,748	0,764	2,329	14,872	65,631	2,611	100 : 601
	7	10,674	1,176	2,491	15,968	61,773	2,788	100 : 422
Schwarzmehl	8	9,527	1,549	2,325	14,904	61,031	2,570	100 : 323
Kleien	9	10,690	5,240	2,249	14,417	45,838	2,518	100 : 87
	10	11,150	5,680	2,233	14,314	41,453	2,513	100 : 83
Ganzes Korn		10,511	1,505	2,239	14,325	65,407	2,503	100 : 295
Abfallender Koppstaub	11	9,235	2,648	2,375	15,224	?	2,616	100 : 191

Im Uebrigen legte Dempwolf im Sinne der damaligen Liebig'schen Lehre von der vorherrschenden Bedeutung der sogenannten »Nährsalze« das Hauptgewicht seiner Untersuchung auf eine genaue Aschenanalyse, in der er Eisen, Kalk, Magnesia, Kali, Natron und Phosphorsäure bei jeder einzelnen seiner Proben besonders bestimmte. Die Asche bestand stets zur Hälfte (48,9—50,2 %) aus Phosphorsäure.

Ueber die Art des Mahlprocesses finden sich bei ihm nur folgende kurze und ziemlich allgemein gehaltene Angaben:

> »Wird nun das Korn gemahlen, so werden zuerst die weichsten Theile desselben, das ist der innerste Theil, zerrissen und liefern so das weisseste und zarteste Mehl. Die folgenden Sorten sind immer dunkler, da dieselben von den härteren und gefärbteren Theilen des Korns mehr enthalten. Die äussersten Hüllen werden, da ihre Zähigkeit ein völliges Vermahlen unmöglich macht, als Kleie ausgeschieden. Bevor das Korn gemahlen wird, werden auf einem Steingange

die aussen befindlichen Theilen: als Haare, Keime, Wurzelfasern(?) und ein Theil der äussersten Hülle als Spitzen oder Koppstaub entfernt. Aus dem so präparirten Weizen sind A und B die Kochgriese, 0, 1, 2 und 3 die Auszugmehle, 4 und 5 die Semmelmehle, 6 und 7 die Brotmehle, 8 das Schwarzmehl und 9 und 10 die Kleie gewonnen. Die Mehle sind, soweit möglich, mit Walzen gemahlen, und der Rest, welcher den Walzen widerstand, auf einem Steingange ausgemahlen.«

Ob diese Schilderung lediglich auf falscher Information beruht, oder ob sie für die Pester Walzmühle von 1869 wirklich zutrifft, muss dahingestellt bleiben. Soviel ist jedenfalls sicher, dass Dempwolfs Beschreibung mit dem heutigen Verfahren bei der österreichischen und ungarischen Weizen-Hochmüllerei nichts gemein hat und das Wesen derselben, welches auf der Vermahlung harter Weizensorten und der allmählichen Herstellung und unermüdlich wiederholten Säuberung immer feinerer Griessorten beruht, die dann erst ganz zuletzt zu dem feinsten Mehl vermahlen werden, während die zuerst gewonnenen Mehlsorten geringwerthiges »Pollmehl« liefern, völlig verkehrt darstellt. Da er indess die Zwischenproducte nicht weiter berücksichtigt, so werden seine Resultate, die sich nur auf die in den Handel kommenden Endproducte beziehen, hierdurch nicht weiter berührt.

Aus den Zahlen seiner Analysen zieht der Verfasser endlich folgende Schlüsse:

»Vergleicht man nun die Analysen, so findet eine bedeutende Zunahme der Asche statt, je gröber das Mehl wird, und in dieser fast proportional eine Abnahme des Kalk- und Kaligehaltes und Zunahme des Magnesiagehaltes. Der Stickstoffgehalt steigt bis zu den Brodmehlen und nimmt bei der Kleie wieder ab, jedoch beträgt der Unterschied nur (sic!) 0,8 % (N. B. von 1,8 % bis 2,6 %, also eine Zunahme um mehr als die Hälfte). Der Wassergehalt ist nur geringen Schwankungen unterworfen und ist überall das Korn als sehr gut getrocknet anzusehen, da die meisten

Analysen sonst mehr Wasser anzeigen. Hinsichtlich des Stärkegehaltes wage ich nicht etwas Bestimmtes festzustellen, da der (NB. rechnungsmässig bei der Stärke sich ergebende) Verlust von 3 % mir zu hoch ist.«

Ausser diesen beiden auf Liebigs Anregung und unter seinem Einflusse entstandenen Arbeiten ist als dritte und letzte nur noch eine erst 20 Jahre später, im Jahre 1890, erschienene Abhandlung von Weinwurm als hierhergehörig zu erwähnen: »Ueber die Vertheilung der einzelnen Bestandtheile des Roggen- und Weizenkorns auf die verschiedenen Mahlproducte« (Oesterr.-Ungar. Zeitschrift f. Zuckerindustrie und Landwirthschaft, Wien 1890, XIX. Jahrgang 2. Heft S. 163). Der genannte Autor untersuchte die Mahlproducte einer Wiener Kunstmühle des Mühlenbesitzers Vogel in Simmering bei Wien, und zwar 12 Sorten Weizenmehl, 3 Sorten Kleie und eine Probe von dem zugehörigen ganzen Korn, in Summa 16 Proben, und ausserdem 3 Sorten Roggenmehl nebst 1 Sorte Kleie und einer Probe vom Roggenkorn, mithin 5 Proben der Roggenvermahlung.

Ueber die Art des Mahlprocesses werden nähere Angaben nicht gemacht, doch geht aus dem Schlussabsatze der Arbeit hervor, dass es sich um eine mit allen Fortschritten der Neuzeit ausgerüstete, den ungarischen Hoch- und Griesmühlen den Vorrang streitig machende Wiener Weizen-Kunstmühle ersten Ranges, und demnach wohl auch um typische Producte der heutigen Hochmüllerei handelt, während beim Roggen mit Rücksicht auf die geringe Zahl von nur 3 verschiedenen Mehlsorten wohl ein verhältnismässig einfacheres Mahlverfahren anzunehmen ist, wenn dies auch nicht ausdrücklich angegeben wird.

Ueber die Ausbeute machte die Fabrik folgende Angaben:

Weizenmehl	Nr. 0	. . . .	6%
»	» 1	. . . .	14 »
»	» 2	. . . .	6 »
»	» 3	. . . .	4 »
»	» 4	. . . .	5 »
»	» 5	. . . .	6 »
»	» 6	. . . .	4 »

Weizenmehl Nr. 7	12%
» » 8	6 »
» » 8 1/2	5 »
» » 8 3/4	5 »
» » 9	3 »
Feine Weizen- (Dunst-) Kleie .	16 »
Weizen-Mittelkleie	2 »
Grobe Weizenkleie	2 »
Summa	96%; Verlust 4%.

Extra-Roggenmehl	5%
Weissroggenmehl	58 »
Schwarzmehl	8 »
Roggenkleie	27 »
Summa	98%; Verlust 2%.

Entsprechend den neueren Anschauungen über die einzelnen Nährstoffe und ihre Bedeutung richtete Weinwurm seine Aufmerksamkeit nicht so sehr auf die Mineralsalze, als auf eine genauere Untersuchung der Eiweisskörper, indem er versuchte, nicht nur die eigentlichen Eiweisskörper von den übrigen, von ihm kurz als »Amido-Substanzen« bezeichneten stickstoffhaltigen Körpern zu trennen, sondern auch mit Hilfe künstlicher Pepsin- und Trypsin-Verdauung (nach Stutzer) die verdauliche Stickstoffsubstanz von der unverdaulichen, von ihm summarisch als »Nucleïne« bezeichneten, gesondert zu bestimmen. Leider stehen für beide Zwecke keine einwandsfreien Methoden zur Verfügung und die Ergebnisse über Amido-Substanz und Verdaulichkeit sind daher nur mit Vorbehalt aufzunehmen. Im Uebrigen sind die Resultate der Untersuchung aus der Tabelle auf S. 56 ersichtlich.

Von den Schlussfolgerungen Weinwurms ist noch folgendes anzuführen:

»Die Aschenmenge beträgt bei den besseren Mehlsorten ungefähr 0,5 % und steigt mit der geringeren Feinheit des Mehles. Die Weizenmehle No. 8 3/4 und 9, sowie das schwarze

Proben	Wasser %	In % der Trockensubstanz						In 100 Thl. Gesammt-Stickstoff sind:			
		Asche	Fett	Rohfaser	Stickstoff-freie Subst.	Gesammt-Stickstoff	Gesammt-Stickstoff-substanz	Protein-Substanz	Amido-Substanz	verdaulich	unverdaulich
A. Weizen.											
Weizen, ganzes Korn	13,37	2,09	1,98	1,90	80,41	2,24	14,0	76,3	23,7	93,3	6,7
Weizenmehl Nr. 0	12,56	0,47	0,83	Spur	87,26	1,89	11,82	70,9	29,1	96,8	3,2
» » 1	12,54	0,50	0,92	»	87,20	1,88	11,76	70,7	29,3	96,8	3,2
» » 2	12,48	0,52	0,97	»	86,69	1,95	12,19	72,8	27,2	96,4	3,6
» » 3	12,50	0,55	1,05	»	86,57	1,95	12,29	73,3	26,7	96,9	3,1
» » 4	12,50	0,53	1,10	»	86,45	1,97	12,31	72,1	27,9	97,5	2,5
» » 5	12,48	0,55	1,15	»	86,36	1,97	12,32	72,6	27,4	97,0	3,0
» » 6	12,39	0,56	1,17	0,02	85,87	2,04	12,76	73,5	26,5	95,1	4,9
» » 7	12,35	0,74	1,28	0,09	85,01	2,12	13,25	74,1	25,9	96,2	3,8
» » 8	12,41	0,81	1,30	0,06	84,55	2,19	13,69	73,5	26,5	95,4	4,6
» » 8½	12,40	1,21	1,91	0,08	81,52	2,50	15,62	80,4	19,6	96,8	3,2
» » 8¾	11,72	2,23	3,51	1,02	75,90	2,85	17,82	81,1	18,9	96,1	3,9
» » 9	10,64	2,66	4,02	1,55	74,20	2,86	17,87	83,9	16,1	93,4	6,6
Feine Weizen-(Dunst-)Kleie . .	11,85	6,55	4,54	8,71	63,64	2,71	16,95	79,7	20,3	85,9	14,1
Weizen-Mittel-Kleie	11,55	6,89	3,96	9,08	63,97	2,63	16,44	81,4	18,6	79,1	20,9
Grobe Weizenkleie	12,37	8,01	3,46	9,79	62,13	2,72	16,99	79,0	21,0	79,0	21,0
B. Roggen.											
Roggen, ganz. Korn	11,74	2,10	1,94	1,66	82,42	1,95	12,18	71,8	28,2	89,2	10,8
Extra-Roggenmehl .	13,38	0,52	0,45	0,09	93,46	0,91	5,67	67,0	33,0	94,5	5,5
Weissroggenmehl .	13,04	0,80	1,14	0,41	88,80	1,47	9,30	66,7	33,3	95,2	4,8
Schwarzroggenmehl	12,32	2,11	2,65	1,37	77,23	2,74	17,12	75,2	24,8	91,3	8,7
Roggenkleie . . .	10,90	4,98	3,72	4,80	69,06	2,87	17,94	73,9	26,1	82,2	17,8

Roggenmehl besitzen einen Aschengehalt von über 2 %. Bedeutend höher ist die Aschenmenge bei den Kleiesorten und beträgt dieselbe bei der Weizenkleie in Folge des Sandgehaltes 6—8 %, und zwar ist dieselbe um so höher, je gröber das Product ist. Was die qualitative Zusammensetzung der Asche anlangt, so enthält dieselbe an Basen (sic!) grösstentheils Phosphorsäure und Kali, in geringerer Menge Kalk und Magnesia, Natron und Eisenoxyd.«

»Was die Proteïnsubstanz anlangt, so lässt sich wohl unschwer eine Steigerung derselben mit der Abnahme der

Feinheit des Mehles constatiren; die geringen Ausnahmen sind auf die unvermeidlichen Analysenfehler zurückzuführen. Berechnet man aber den Durchschnitt der Protëinsubstanz von je drei Mehlnummern, so ergeben sich folgende Zahlen: 8,52 — 8,87 — 9,75 — 13,97 %. Auf diese Weise lässt sich also ohne Rücksicht auf die Analysenfehler die Zunahme der Protëinsubstanz constatiren.«

»Einen bedeutend niedrigeren Gehalt an Stickstoffsubstanz als die Weizenmehle haben die feineren Sorten der Roggenmehle, wie das Extraroggen- und Weissroggenmehl; hingegen besitzen die Weizenkleie und die Roggenkleie fast gleich viel Protëinsubstanz.«

»Die Kleiesorten sind bedeutend reicher an Nuclëin und ist die Menge desselben bei der feinen Weizendunstkleie am geringsten, bei der groben Weizenkleie am grössten. Berechnet man den Durchschnitt des Nuclëins der drei Weizenkleien, so findet man, dass dasselbe mit dem der Roggenkleie fast ganz übereinstimmt. Ebenso wie bei den feinen Weizenmehlen ist auch bei den feinen Roggenmehlen das Nuclëin nur in geringer Menge vorhanden; hiergegen ist das schwarze Roggenmehl reicher an Nuclëin als das gröbste Weizenmehl.«

Thema der eigenen Arbeit.

Mit Rücksicht auf die vielfachen, dem hygienisch-chemischen Laboratorium im Friedrich-Wilhelms-Institut in Berlin zugehenden Aufträge zur Untersuchung verschiedener Mehl- und Brotsorten erschien es wünschenswerth, das vorstehend kurz skizzirte, in der Litteratur vorliegende Material durch eine eingehende eigene Untersuchung, die sich zunächst der für unsere militärischen Verhältnisse in Betracht kommenden Haupt-Brotfrucht, dem Roggen zuzuwenden hatte, zu vervollständigen.

Auf Anregung des Vorstandes des Laboratoriums, Herrn Stabsarztes Dr. Plagge, dem ich, ebenso wie dem Chemiker des Laboratoriums, Herrn Dr. Lebbin, hierfür sowie für vielfache

Förderung und Unterstützung nicht nur meiner Arbeit, sondern auch während meiner ganzen Dienstzeit im Laboratorium hiermit meinen besten Dank sage, habe ich mich dieser Arbeit unterzogen. Das Material wurde uns von dem Besitzer der hiesigen »Schütt-Mühle«, Herrn W. Schütt, N. W. Stromstrasse 1—3, mit dankenswerther Bereitwilligkeit und in jeder gewünschten Vollständigkeit zur Verfügung gestellt, von demselben auch jegliche Auskunft über das Mahlverfahren in entgegenkommendster Weise ertheilt, wofür es mir ein Bedürfnis ist, an dieser Stelle im Namen des Laboratoriums auf das Wärmste zu danken.

Auswahl und Entnahme der Proben. Umfang, Ziel und Methoden der Untersuchung.

Die Untersuchung sollte sich möglichst auf sämmtliche Stufen des Mahlprocesses einschliesslich der Zwischenproducte erstrecken, um einen thunlichst vollständigen Ueberblick über die Vertheilung der einzelnen Bestandtheile des Korns während der aufeinanderfolgenden Mahl-Stadien und schliesslich in den Endproducten zu gewinnen. Es kamen also folgende Proben in Betracht:

Gereinigtes Korn, wie es nach Passiren verschiedener Reinigungsmaschinen zum Vermahlen kommt.

Gespitzes Korn und Spitzabfall.

Gequetschtes Korn und Quetschabfall.

Schrote, Schalen, Griese und Mehle von 19 aufeinanderfolgenden Vermahlungen.

Dies macht zusammen 76 Einzel-Proben.

Endlich die 5 in den Handel kommenden Mehl-Nummern der Firma, No. 0, I, Ib, II und III nebst 1 Sorte Kleie.

Insgesammt 87 einzelne Proben.

Bei dem grossen Umfange der Untersuchung musste dieselbe bei den einzelnen Proben auf die Hauptsachen beschränkt werden.

Es sollten ermittelt werden:

1. der Wassergehalt,
2. der Gesammt-Stickstoff,
3. der Aschengehalt,
4. die stickstofffreien Bestandtheile; letztere aus der Differenz.

Die Bestimmung des Fettes und der Rohfaser wurde auf die Anfangs- und Endglieder der ganzen Reihe (ganzes Korn und Handelsmarken der Mehle) beschränkt.

Die Untersuchung geschah nach den üblichen Methoden, die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl, mit Phosphorsäure-anhydrid ohne Zusatz von Quecksilber. Das Genauere ist weiter unten angegeben.

Die Proben wurden nach eingehender Besichtigung der ganzen Mühlenanlage und des Vermahlungsganges im besonderen am 5. August 1892 in Gegenwart des Besitzers persönlich aus den einzelnen Abschnitten der Maschinen entnommen und zur weiteren Untersuchung sogleich ins Laboratorium geschafft. Vor Mittheilung der Untersuchungsergebnisse wird es zum besseren Verständnisse nothwendig sein, den ziemlich komplicirten Mahlprocess, wie er auf jener Mühle bei der Roggenvermahlung z. Z. üblich ist, kurz zu skizziren.

Kurze Schilderung des Mahlprocesses.

Das Korn wird grösstentheils auf dem Wasserwege bis an die Mühle geschafft, aus dem Kahn mittelst Elevators entleert, gewogen, und nach verschiedenen uns hier nicht näher angehenden Reinigungsproceduren (Siebe und Ventilatoren) auf den Kornspeicher geschafft, wo es mit Hilfe durchlöcherter Böden und eines Elevators nach Bedarf gelüftet und eventuell zur Abhaltung von Ungeziefer in fortwährender Bewegung erhalten werden kann. Bevor es zum Vermahlen kommt, hat es noch eine Reihe weiterer Reinigungsmaschinen zu passiren behufs Entfernung des groben Staubes, der Unkrautsamen (mit Hülfe der sogenannten »Trieurs«), ferner einen Magneten zum Entfernen etwaiger den Walzen gefährlicher Eisentheile. Dann wird es auf einem Steingange gespitzt, zur möglichsten Entfernung des fetthaltigen Keimlings an dem einen und des haaretragenden Bärtchens an dem anderen spitzen Ende, darauf zwischen 2 Walzen vorgequetscht, wobei auch ein Theil der Schale mit entfernt wird, und ist nun endlich fertig zur eigentlichen Vermahlung, nachdem es auf diesem Wege, nach Angabe des Mühlenbesitzers, an Staub, Steinen, Unkrautsamen, Spitzen und Schalentheilen bereits 8 bis

10 % seines Rohgewichtes eingebüsst hat, wovon nur der Spitzabfall in die Kleie geht, die Unkrautsamen theilweise für sich verwerthet werden, das Uebrige aber verloren ist.

Das eigentliche Mahlen geschieht theils zwischen Hartguss-Walzen auf sogenannten Walzenstühlen, theils, gegen Ende des ganzen Processes, zum letzten Zerkleinern, Auflockern und Ausklopfen der Schalenreste, mittelst schnell und in entgegengesetzter Richtung rotirender, mit Stahlstiften besetzter Scheiben, sogenannter Desintegratoren oder Dismembratoren.

Nach jedem Mahlgange passirt das zerkleinerte Mahlgut eine sogenannte Sichtemaschine, die aus einem mit verschieden feinen Sieben aus Seidengaze bespannten, rotirenden Cylinder besteht, und wird hier je nach der Feinheit seiner Theilchen in (feinstes) Mehl, (mittelfeinen) Gries und (grobe) Schale zerlegt. Während das gewonnene Mehl in Röhren und Schneckenwerken zum Magazinraum geleitet wird, um hier, nach richtiger Vermischung mit anderen Mehlsorten, entsprechend den Handelsmarken der Firma, als fertiges Product in Säcke gefüllt zu werden, werden Griese und Schalen, und zwar Anfangs jedes für sich, später gemeinsam, fortgesetzt weiter vermahlen, und zwar je nach Umständen noch 15 bis 20 Mal hintereinander, wobei nach jedem einzelnen Mahlgange wieder eine Trennung in Mehl, Gries und Schale erfolgt. Auf diese Weise werden je nach der Anzahl der Mahlgänge nicht nur 15 bis 20 verschiedene Mehle, sondern auch ebensoviel verschiedene Griese und Schalen (bezw. Schalengriese, wie im Gegensatze zu den eigentlichen Schalen die gröberen Theile der Griesvermahlung bezeichnet werden) gewonnen. Man benennt dieselben je nach Herkunft als ersten, zweiten, dritten Gries, erste, zweite, dritte Schale, dritten, vierten u. s. w. Schalengries und erkennt aus dieser Bezeichnung sogleich, welchem Stadium der Vermahlung die Producte angehören. Die genaueren Einzelheiten sind in den nachfolgenden Uebersichten schematisch bezw. tabellarisch zusammengestellt. (Schema I siehe S. 62 u. 63, Tabelle I S. 64 u. 65.)

Aus denselben ergibt sich, dass das als »Schrot vom ganzen Korn« (1a) bezeichnete Mahlproduct des mit vorgequetschtem ganzen Korn gespeisten 1. Mahlgangs auf der ersten Sichtemaschine in »erste Schale« (1b), »ersten Gries« (1c) und »erstes Mehl« (1d) zerlegt wird. Die erste Schale geht zum 2. Mahlgang, liefert nach dem Passiren desselben und der zugehörigen Sichtemaschine: 2. Schale, 2. Gries, 2. Mehl. Die 2. Schale kommt auf den dritten Mahlgang in gleicher Weise; die dritte Schale auf den vierten Mahlgang. Letzterer besteht nicht wie die 3 ersten aus einem Walzenstuhl, sondern ist, entsprechend der schon recht zähen Beschaffenheit der 3. Schale, zum ersten Male ein Dismembrator. Damit hat die isolirte Schalenvermahlung zunächst ein Ende. Die zurückgebliebenen Reste der 4. Schale schliessen sich erst beim 14. Mahlgange den alsdann noch vorhandenen Resten der Griesvermahlung wieder an.

Der vom 1. Mahlgange gewonnene 1. Gries wird, wie die 1. Schale, auf einem besonderen Mahlgange weiter vermahlen (No. 5 der ganzen Reihe, da 2, 3 und 4, wie gesagt, für die Schalenvermahlung bestimmt sind). Beim Sieben zerfällt er in Schalengries (5b), 2. Gries (5c) und Mehl

(5d). Schalengries und Gries kommen auf den 6. Mahlgang, wo ausserdem noch der auf dem 2. Mahlgange aus der ersten Schale gewonnene 2. Gries (2c) zu ihnen stösst. Der 6 Mahlgang (in der Reihe der Griesvermahlungen eigentlich der 3., vergl. das Schema) vermahlt daher als Mahlgut ein Gemisch aus 3 Bestandtheilen:

2. Schalengries 5b }
2. Gries 5c } von der 1. Griesvermahlung

2. Gries 2c von der 1. Schalenvermahlung.

Nach dem Sieben liefert er:

3. Schalengries 6b — 3. Gries 6c — Mehl 6d.

In gleicher Weise schliesst sich auf dem nächsten, 7. Mahlgange der 3. Gries aus der Schalenreihe den echten Griesen an, und ebenso auf dem nächstfolgenden 8. Mahlgange der 4. Gries von der Schale. Vom 9. bis 12. Mahlgange werden Schalengriese und Griese in abwechselnder Trennung (durch Sieben) und Wiedervereinigung (auf dem nächsten Walzenstuhle) fortgesetzt weiter vermahlen. Vom 13. Mahlgange ab hören die Walzenstühle auf und es treten Dismembratoren an ihre Stelle; beim 14. Mahlgange (3. Dismembrator) schliesst sich der Rest der Schalenvermahlung (4. Schale, 4b) den nun schon ziemlich kleiehaltigen Griesresten an und es folgen vom 15. bis 19. Mahlgange noch 5 Dismembratoren auf einander, in oben angegebener Weise. Die letzten Reste von Schalen und Griesen, die der 19. Mahlgang (achter Dismembrator) übrig lässt, gehen in die Kleie. Die Einzelnheiten sind aus dem Schema und der Tabelle genauer ersichtlich. In beiden bezeichnet die arabische Zahl die Ordnungszahl der aufeinanderfolgenden Mahlgänge, und bei jedem Mahlgange wiederum der Buchstabe a das ungesiebte, von den Walzen kommende Mahlgut, b die Schale, c den Gries und d das Mehl. Bei jedem Mahlgange ist in den Tabellen ausserdem noch die Art desselben (ob Walzenstuhl oder Dismembrator), ferner das ihn speisende Mahlgut und die Producte in die es beim Sieben zerlegt wird, sowie das weitere Schicksal dieser Producte, und endlich noch die Nummer des benutzten Gazesiebes angegeben. Die Feinheit bezw. Numerirung der Siebe ist aus Tafel I zu ersehen.

Als Griessieb fand entweder Drahtgaze 000 oder Seidengaze 00, beide mit 9 Fäden auf 1 cm (oder 24 Fäden pro Zoll) Verwendung. Eine vorgenommene Messung ergab bei den Siebnummern der Mehlsiebe folgende Werthe:

No. 7:	31	Fäden	auf	1	cm;	Seitenlänge	der quadratischen	Sieböffnung	0,25 mm
» 9:	39	»	»	1	»	»	»	»	0,17 »
» 11:	47	»	»	1	»	»	»	»	0,15 »
» 15:	60	»	»	1	»	»	»	»	0,10 »
» 17:	62	»	»	1	»	»	»	»	0,08 »

Als Endproduct des ganzen Mahlprocesses erhalten wir also 19 verschiedene, im allgemeinen von Mahlgang zu Mahlgang schlechter werdende Mehlsorten, und als letzten Rest: Kleie. An wirklichen Handelsmarken werden aber in unserer Mühle, wie erwähnt, ausser der Kleie nur 5 Mehlnummern hergestellt, zu welchem Ende die gewonnenen 19 Mehle auf Grund ein für allemal angenommener fester Proben eine passende Vermischung erfahren müssen, worauf später noch zurückzukommen ist.

Schema I.

Schematische Uebersicht des Mahlprocesses.

Ursprünglicher
Gereinigter Roggen.
Gespitzter Roggen.
Gequetschter Roggen.

1. Mahlgang
1. Walzenstuhl
1 b 1. Schale
1 a Schrot vom

2. Mahlgang
2. Walzenstuhl
2 b 2. Schale
2 a 1. Schalenvermahlung
2 c 2. Gries geht nach 6 a
2 d Mehl 2

3. Mahlgang
3. Walzenstuhl
3 b 3. Schale
3 a 2. Schalenvermahlung
3 c 3. Gries geht nach 7 a
3 d Mehl 3

4. Mahlgang
1. Dismembrator
4 b 4. Schale geht nach 14 a
4 a 3. Schalenvermahlung
4 c 4. Gries geht nach 8 a
4 d Mehl 4

oggen.
bfall (Trieurkorn etc.)
bfall beim Spitzen.
bfall beim Quetschen.

nzen Korn			
	1c 1. Gries		1d Mehl 1
5. Mahlgang 4. Walzenstuhl	5a 1. Griesvermahlung 5b 2. Schalengries (dazu 2c Gries von 1. Schale)	5c 2. Gries	5d Mehl 5
6. Mahlgang 5. Walzenstuhl	6a 2. Griesvermahlung 6b 3. Schalengries (dazu 3c Gries von 2. Schale)	6c 3. Gries	6d Mehl 6
7. Mahlgang 6. Walzenstuhl	7a 3. Griesvermahlung 7b 4. Schalengries (dazu 4c Gries von 3. Schale)	7c 4. Gries	7d Mehl 7
8. Mahlgang 7. Walzenstuhl	8a 4. Griesvermahlung 8b 5. Schalengries	8c 5. Gries	8d Mehl 8
9. Mahlgang 8. Walzenstuhl	9a 5. Griesvermahlung 9b 6. Schalengries	9c 6. Gries	9d Mehl 9
10. Mahlgang 9. Walzenstuhl	10a 6. Griesvermahlung 10b 7. Schalengries	10c 7. Gries	10d Mehl 10
11. Mahlgang 10. Walzenstuhl	11a 7. Griesvermahlung 11b 8. Schalengries	11c 8. Gries	11d Mehl 11
12. Mahlgang 11. Walzenstuhl	12a 8. Griesvermahlung 12b 9. Schalengries	12c 9. Gries	12d Mehl 12
13. Mahlgang 2. Dismembrator	13a 9. Griesvermahlung 13b 10. Schalengries (dazu 4. Schale 4b)	13c 10. Gries	13d Mehl 13
14. Mahlgang 3. Dismembrator	14a 10. Griesvermahlung 14b 11. Schalengries	14c 11. Gries	14d Mehl 14
15. Mahlgang 4. Dismembrator	15a 11. Griesvermahlung 15b 12. Schalengries	15c 12. Gries	15d Mehl 15
16. Mahlgang 5. Dismembrator	16a 12 Griesvermahlung 16b 13. Schalengries	16c 13. Gries	16d Mehl 16
17. Mahlgang 6. Dismembrator	17a 13. Griesvermahlung 17b 14. Schalengries	17c 14. Gries	17d Mehl 17
18. Mahlgang 7. Dismembrator	18a 14. Griesvermahlung 18b 15 Schalengries	18c 15. Gries	18d Mehl 18
19. Mahlgang 8. Dismembrator	19a 15. Griesvermahlung 19b 16. Schalengries —— Kleie! ——	19c 16. Gries	19d Mehl 19

Tabelle I. **Tabellarische Uebersicht des Mahlprocesses.**

Mahlgang-Nr.	Walzenstuhl bezw. Dismembrator Mahlgut	Liefert an Producten: a vor dem Sieben b, c, d nach dem Sieben	Wird weiter behandelt	Sieb. Nr.
1.	1. Walzenstuhl Mahlgut: ganzes Korn	1a Schrot vom ganzen Korn 1b 1. Schale 1c 1. Gries 1d Mehl der 1. Vermahlung	Gesiebt vermahlen nach: 2 vermahlen nach: 5 fertig	Gries-sieb. Nr. 11. 12. 13.
2.	2. Walzenstuhl Mahlgut: 1. Schale 1b	2a 1. Schalenvermahlung 2b 2. Schale 2c 2. Gries 2d Mehl der 1. Schalenvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 3 vermahlen nach: 6 fertig	Gries-sieb. Nr. 12. 13. 13.
3.	3. Walzenstuhl Mahlgut: 2. Schale 2b	3a 2. Schalenvermahlung 3b 3. Schale 3c 3. Gries 3d Mehl der 2. Schalenvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 4 vermahlen nach: 7 fertig	Gries-sieb. Nr. 13. 14. 15.
4.	1. Dismembrator Mahlgut: 3. Schale 3b	4a 3. Schalenvermahlung 4b 4. Schale 4c 4. Gries 4d Mehl der 3. Schalenvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 14 vermahlen nach: 8 fertig	Gries-sieb. Nr. 10. 14. 14.
5.	4. Walzenstuhl Mahlgut: 1. Gries 1c	5a 1. Griesvermahlung 5b 2. Schalengries 5c 2. Gries 5d Mehl d. 1. Griesvermahlg.	gesiebt vermahlen nach: 6 vermahlen nach: 6 fertig	Gries-sieb. Nr. 14. 15. 16.
6.	5. Walzenstuhl Mahlgut: 2. Schalengries 5b 2. Gries { 2c, 5c }	6a 2. Griesvermahlung 6b 3. Schalengries 6c 3. Gries 6d Mehl d. 2. Griesvermahlg.	gesiebt vermahlen nach: 7 vermahlen nach: 7 fertig	Gries-sieb. Nr. 14. 15. 16.
7.	6. Walzenstuhl Mahlgut: 3. Schalengries 6b 3. Gries { 3c, 6c }	7a 3. Griesvermahlung 7b 4. Schalengries 7c 4. Gries 7d Mehl d. 3. Griesvermahlg.	gesiebt vermahlen nach: 8 vermahlen nach: 8 fertig	Gries-sieb. Nr. 14. 15. 16.
8.	7. Walzenstuhl Mahlgut: 4. Schalengries 7b 4. Gries { 4c, 7c }	8a 4. Griesvermahlung 8b 5. Schalengries 8c 5. Gries 8d Mehl d. 4. Griesvermahlg.	gesiebt vermahlen nach: 9 vermahlen nach: 9 fertig	Gries sieb. Nr. 14. 15. 16.
9.	8. Walzenstuhl Mahlgut: 5. Schalengries 8b 5. Gries 8c	9a 5. Griesvermahlung 9b 6. Schalengries 9c 6. Gries 9d Mehl d. 5. Griesvermahlg.	gesiebt vermahlen nach: 10 vermahlen nach: 10 fertig	Gries-sieb. Nr. 15. 15. 16.
10.	9. Walzenstuhl Mahlgut: 6. Schalengries 9b 6. Gries 9c	10a 6. Griesvermahlung 10b 7. Schalengries 10c 7. Gries 10d Mehl d. 6. Griesvermahl.	gesiebt vermahlen nach: 11 vermahlen nach: 11 fertig	Gries-sieb. Nr. 15. 15. 16.

Mahlgang-Nr.	Walzenstuhl bezw. Dismembrator Mahlgut	Liefert an Producten: a vor dem Sieben b, c, d } nach dem Sieben	Wird weiter behandelt	Sieb. Nr.
11.	10. Walzenstuhl Mahlgut: 7. Schalengries 10b 7. Gries 10c	11a 7. Griesvermahlung 11b 8. Schalengries 11c 8. Gries 11d Mehl der 7. Griesvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 12 vermahlen nach: 12 fertig	Gries-sieb. Nr. 15. 15. 16.
12.	11. Walzenstuhl Mahlgut: 8. Schalengries 11b 8. Gries 11c	12a 8. Griesvermahlung 12b 9. Schalengries 12c 9. Gries 12d Mehl der 8. Griesvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 13 vermahlen nach: 13 fertig	Gries-sieb. Nr. 15. 16. 16.
13.	2 Dismembrator Mahlgut: 9. Schalengries 12b 9 Gries 12c	13a 9. Griesvermahlung 13b 10. Schalengries 13c 10. Gries 13d Mehl der 9. Griesvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 14 vermahlen nach: 14 fertig	Gries-sieb. Nr. 15. 15. 16.
14	3. Dismembrator Mahlgut: { 4. Schale 4b 10 Schalengries 13b 10. Gries 13c	14a 10. Griesvermahlung 14b 11. Schalengries 14c 11. Gries 14d Mehl der 10. Griesvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 15 vermahlen nach: 15 fertig	Gries-sieb. Nr. 13. 14. 14.
15.	4. Dismembrator Mahlgut: 11.Schalengries 14b 11 Gries 14c	15a 11. Griesvermahlung 15b 12. Schalengries 15c 12. Gries 15d Mehl der 11. Griesvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 16 vermahlen nach: 16 fertig	Gries-sieb. Nr. 14. 15. 15.
16	5 Dismembrator Mahlgut: 12.Schalengries 15b 12. Gries 15c	16a 12. Griesvermahlung 16b 13. Schalengries 16c 13. Gries 16d Mehl der 12. Griesvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 17 vermahlen nach: 17 fertig	Gries-sieb. Nr. 14. 15. 15.
17.	6. Dismembrator Mahlgut: 13.Schalengries 16b 13 Gries 16c	17a 13. Griesvermahlung 17b 14. Schalengries 17c 14. Gries 17d Mehl der 13. Griesvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 18 vermahlen nach: 18 fertig	Gries-sieb. Nr. 14. 15. 15.
18.	7 Dismembrator Mahlgut: 14.Schalengries 17b 14 Gries 17c	18a 14. Griesvermahlung 18b 15. Schalengries 18c 15. Gries 18d Mehl der 14. Griesvermahlung	gesiebt vermahlen nach: 19 vermahlen nach: 19 fertig	Gries-sieb. Nr. 14. 15. 16.
19.	8. Dismembrator Mahlgut: 15.Schalengries 18b 15. Gries 18c	19a 15 Giesvermahlung 19b 16. Schalengries 19c 16. Gries 19d Mehl d.15 Griesvermahl.	gesiebt } Kleie! fertig	Gries-sieb. Nr. 12. 12. 12.

Ausführung der Untersuchung; specielle Methoden derselben.

Nachdem von sämmtlichen Anfangs-, End- und Zwischenproducten des soeben kurz geschilderten Mahlprocesses Proben entnommen worden, wurde die chemische Untersuchung derselben in folgender Weise ausgeführt:

1. Wasserbestimmung. Zum Vortrocknen wurde der im Laboratorium vorhandene grosse, mit siedendem Wasser auf 98—99° geheizte Trockenschrank benutzt; Nachtrocknen bei 105° in kleineren, mit Quecksilber-Regulator versehenen Luftbädern bis zur Gewichtsconstanz. Zu den weiteren Untersuchungen wurde nur diese Trockensubstanz benutzt.

2. Stickstoffbestimmung. Die Untersuchung auf Eiweisskörper beschränkte sich auf Ermittelung des Gesammtstickstoffgehalts, nach der Kjeldahl'schen Methode. Zur Verbrennung diente ein Gemisch von 80 % Schwefelsäure und 20 % Phosphorsäureanhydrid, ohne weiteren Zusatz. Zur Analyse, die von vornherein stets doppelt angesetzt wurde, wurden 2 g Substanz benutzt. Differirten die Ergebnisse beim Titriren um mehr als 0,2 ccm 1/4 norm. Säure, so wurde stets noch eine dritte Bestimmung ausgeführt. Durch Multiplication mit dem üblichen Factor 6,25 wurde der gefundene Stickstoff auf Eiweisssubstanz umgerechnet.

3. Fettbestimmung; sie wurde nur bei dem Rohmaterial und den Endproducten, den Mehlen und der Kleie, ausgeführt und zwar in üblicher Weise durch Extraction mit Aether nach Soxhlet.

4. Aschenbestimmung; sie geschah durch Glühen von 5 g Substanz in einem Porzellantiegel bei Anfangs schwacher, später stärkerer Flamme, bis zur weissen Asche.

5. Rohfaser. Eine gute Cellulosebestimmung ist bekanntlich noch immer ein frommer Wunsch. Einige Bestimmungen bei den Roh- und Endproducten geschahen nach der bei angestellten Controlversuchen sich noch am besten bewährenden Weender Methode.

6. Kohlehydrate und Rest. Dieselben wurden lediglich aus der Differenz berechnet.

Tabellarische Uebersicht über die Resultate der chemischen Untersuchung.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung sind in der nachstehenden Tabelle II zusammengestellt, aus der alle Einzelheiten ersichtlich sind. Ausserdem wurden noch der besseren Uebersicht halber in einer an das Mahlschema I sich anschliessenden schematischen Zusammenstellung (Schema II) jeder Mahlsorte die sie am besten charakterisirenden beiden Zahlen des Stickstoffsubstanz- bezw. Aschengehalts hinzugesetzt. Namentlich diese letztere Uebersicht zeigt eine überraschende Regelmässigkeit und Gesetzlichkeit in dem Verhalten dieser beiden, geradezu als Merkzeichen für die Mehlqualität sich erweisenden Zahlen, und letztere geben in ihrem Zusammenhange einen genauen und vollständigen Ueberblick über die Hin- und Herwanderung des Stickstoff- und Aschengehaltes während aller einzelnen Stufen des vielverschlungenen Mahlprocesses. Die so gewonnene Einsicht erscheint in der That lehrreich genug, um die Mühe und Arbeit der langwierigen Untersuchung vollauf zu lohnen. (Schema II siehe S. 68 und 69, Tabelle II S. 70, 71 u. 72.)

Im Einzelnen ist zu den gefundenen Zahlen noch folgendes zu bemerken:

Ergebnisse der Untersuchung.

I. Ganzes Korn und die bei der Reinigung desselben gewonnenen Abfälle.

Das Ausgangsmaterial der ganzen Untersuchungsreihe, das ursprüngliche ganze Roggenkorn, fällt auf durch seinen verhältnismässig niedrigen Gehalt an Stickstoffsubstanz von nur 9,64 % = 1,5 % Stickstoff. Allerdings unterliegt ja die Zusammensetzung aller Cerealien und so auch die des Roggenkorns erfahrungsgemäss erheblichen Schwankungen. Auf Grund einer

(Fortsetzung des Textes auf S. 73.)

Schema II.

Schematische Uebersicht des Mahlprocesses, nebst Angabe des Stickstoffsubstanz- und Aschengehaltes der einzelnen Stufen.

1. Mahlgang 1. Walzenstuhl	1a 1. Vermahlung: 8,750 1,810		
	1b 1. Schale 11,812–3,110		
2. Mahlgang 2. Walzenstuhl	2a 1. Schalenvermahlung: 11,812 3,110		
	2b 2. Schale 12,359 3,540	2c 2. Gries 9,724 1,870	2d Mehl 2 4,812 0,670
3. Mahlgang 3. Walzenstuhl	3a 2. Schalenvermahlung: 11,812 3,590		
	3b 3. Schale 13,125 3,910	3b 3. Gries 10,937 3,650	3d Mehl 3 7,657 0,850
4. Mahlgang 1. Dismembrator	4a 3. Schalenvermahlung: 13,125 3,920		
	4b 4. Schale 12,687 4,470	4c 4. Gries 12,687 3,570	4d Mehl 4 8,750 1,540

Roggen.

Gereinigt	9,640	2,003				
Gespitzt	9,238	1,888	Spitzabfall	16,187	0,500	(Fett 3,438)
Gequetscht	8,506	1,671	Quetschabfall	11,375	9,776	(Fett 1,458)

Handelsmarken der Kunstmühle

Roggenmehl	Nr. 0	4,812	0,491
	Nr. I	7,509	1,144
	Nr. Ib	9,000	1,463
	Nr. II	11,475	2,114
	Nr. III	12,682	2,432
Kleie		11,310	5,591

		1 c 1. Gries: 7,437. 1,240	1 d Mehl 1 3.270 0,440
5. Mahlgang 4. Walzenstuhl	5 b 2. Schalengries 10,937. 2,500 nach 5 c	5 a 1. Griesvermahlung: 7,875. 1,275 5 c 2. Gries 7,439. 1,250 + { 5 b 2. Schalengries 10,937. 2,500 2 c 2. Gries 9,724. 1,870	5 d Mehl 5 4,812 0,550
6. Mahlgang 5. Walzenstuhl	6 b 3. Schalengries 10,683. 2,700 nach 6 c	6 a 2. Griesvermahlung: 8,312. 1,507 6 c 3. Gries 9,187. 1,690 + { 6 b 3. Schalengries 10,683. 2,700 3 c 3. Gries 10,937. 3,650	6 d Mehl 6 5,250 0,850
7. Mahlgang 6. Walzenstuhl	7 b 4. Schalengries 10,937. 2,790 nach 7 c	7 a 3. Griesvermahlung: 9,514. 2,175 7 c 4. Gries 8,750. 1,750 + { 7 b 4. Schalengries 10,937. 2,790 4 c 4. Gries 12,687. 3,570	7 d Mehl 7 6,125 1,000
8. Mahlgang 7. Walzenstuhl	8 b 5. Schalengries 10,937. 2,800 nach 8 c	8 a 4. Griesvermahlung: 10,062. 2,800 8 c 5. Gries 7,437. 1,680 + 8 b 5. Schalengries 10,937. 2,800	8 d Mehl 8 7,000 0,650
9. Mahlgang 8. Walzenstuhl	9 b 6. Schalengries 12,250. 2,770 nach 9 c	9 a 5. Griesvermahlung: 10,062. 2,380 9 c 6. Gries 10,500. 1,790 + 9 b 6. Schalengries 12,250. 2,770	9 d Mehl 9 7,875 0,525
10. Mahlgang 9. Walzenstuhl	10 b 7. Schalengries 11,812. 3,752 nach 10 c	10 a 6. Griesvermahlung: 12,062. 2,102 10 c 7. Gries 10,500. 1,732 + 10 b 7. Schalengries 11,812. 3,752	10 d Mehl 10 7,875 0,734
11. Mahlgang 10. Walzenstuhl	11 b 8. Schalengries 12,905. 4,020 nach 11 c	11 a 7. Griesvermahlung: 10,937. 2,294 11 c 8. Gries 11,096. 2,140 + 11 b 8. Schalengries 12,905. 4,020	11 d Mehl 11 8,750 1,002
12. Mahlgang 11. Walzenstuhl	12 b 9. Schalengries 14,437. 3,960 nach 12 c	12 a 8. Griesvermahlung: 12,500. 2,680 12 c 9. Gries 11,375. 2,190 + 12 b 9. Schalengries 14,437. 3,960	12 d Mehl 12 8,968 1,140
13. Mahlgang 2. Dismembrator	13 b 10. Schalengries 13,125. 5,420 nach 13 c	13 a 9. Griesvermahlung: 13,250. 3,840 13 c 10. Gries 11,375. 2,856 + { 13 b 10. Schalengries 13,125. 5,420 4 b 4. Schale 12,687. 4,470	13 d Mehl 13 10,500 1,644
14. Mahlgang 3. Dismembrator	14 b 11. Schalengries 12,250. 4,294 nach 14 c	14 a 10. Griesvermahlung: 11,593. 3,878 14 c 11. Gries 13,125. 2,624 + 14 b 11. Schalengries 12,250. 4,294	14 d Mehl 14 11,375 1,958
15. Mahlgang 4. Dismembrator	15 b 12. Schalengries 14,000. 4,490 nach 15 c	15 a 11. Griesvermahlung: 12,562. 3,626 15 c 12. Gries 12,468. 3,400 + 15 b 12. Schalengries 14,000. 4,490	15 d Mehl 15 12,250 1,888
16. Mahlgang 5. Dismembrator	16 b 13. Schalengries 12,905. 5,072 nach 16 c	16 a 12. Griesvermahlung: 12,905. 4,120 16 c 13. Gries 12,905. 2,815 + 16 b 13. Schalengries 12,905. 5,072	16 d Mehl 16 11,375 2,000
17. Mahlgang 6. Dismembrator	17 b 14. Schalengries 13,342. 5,322 nach 17 c	17 a 13. Griesvermahlung: 13,125. 4,460 17 c 14. Gries 13,342. 3,838 + 17 b 14. Schalengries 13,342. 5,322	17 d Mehl 17 12,687 2,210
18. Mahlgang 7. Dismembrator	18 b 15. Schalengries 13,125. 6,012 nach 18 c	18 a 14. Griesvermahlung: 12,905. 4,610 18 c 15. Gries 13,125. 3,730 + 18 b 15. Schalengries 13,125. 6,012	18 d Mehl 18 12,687 2,500
19. Mahlgang 8. Dismembrator		19 a 15. Griesvermahlung: 13,125. 4,854 19 b/c Kleie 13,125. 7,288	19 d Mehl 19 12,687 2,518

Tabelle II.

Chemische Zusammensetzung der einzelnen Mahlproducte.

Bezeichnung	Wasser	In der Trockensubstanz enthalten %:					
		N	N-Subst.	mineral. Bestandth.	Fett	Roh-faser	stickstoff-freie Bestandth.
I. Ganzes Korn und Producte des Reinigungsprocesses.							
Gereinigter Roggen	12,20	1,542	9,640	2,003	1,552	4,750	82,055
Gespitzter Roggen	12,44	1,478	9,238	1,888	1,341	3,460	84,073
Gequetschter Roggen	12,29	1,360	8,506	1,671	1,323	1,935	86,565
Abfall beim Spitzen	11,66	2,590	16,187	0,500	3,438	6,850	73,025
Abfall beim Quetschen	11,54	1,820	11,375	9,776	1,458	10,550	66,841

Nummer des Mahlganges	Bezeichnung	Wasser	In der Trockensubst. enthalten %:			
			N	N-Subst.	mineralische Bestandth	stickstofffreie Bestandth.
	II. Producte der einzelnen Mahlgänge.					
1. 1. Walzenstuhl	1 a Schrot v. ganzen Korn	12,23	1,400	8,750	1,810	89,440
	1 b 1. Schale	13,77	1,890	11,812	3,110	85,078
	1 c 1. Gries	12,80	1,190	7,437	1,240	91,323
	1 d Mehl d. 1. Vermahlung	12,55	0,523	3,270	0,440	96,290
2. 2. Walzenstuhl	2 a 1. Schalenvermahlung	13,20	1,890	11,812	3,110	85,078
	2 b 2. Schale	11,54	1,977	12,359	3,540	84,101
	2 c 2. Gries	11,40	1,555	9,724	1,870	88,406
	2 b Mehl d. 1. Schalenverm.	9,95	0,770	4,812	0,670	94,518
3. 3. Walzenstuhl	3 a 2. Schalenvermahlung	11,47	1,890	11,812	3,590	84,598
	3 b 3. Schale	10,57	2,100	13,125	3,910	82,965
	3 c 3. Gries	10,60	1,750	10,937	3,650	85,413
	3 d Mehl d. 2. Schalenverm.	11,45	1,225	7,657	0,850	91,493
4. 1. Dismembrator	4 a 3. Schalenvermahlung	10,27	2,100	13,125	3,920	82,955
	4 b 4 Schale	9,60	2,030	12,687	4,470	82,843
	4 c 4. Gries	9,60	2,030	12,687	3,570	83,783
	4 d Mehl d. 3. Schalenverm.	10,00	1,400	8,750	1,540	89,710
5. 4. Walzenstuhl	5 a 1. Griesvermahlung	11,10	1,241	7,875	1,275	90,850
	5 b 2. Schalengries	10,82	1,750	10,937	2,500	86,563
	5 c 2. Gries	10,67	1,190	7,437	1,250	91,313
	5 d Mehl d. 1. Griesverm.	10,97	0,770	4,812	0,550	94,638
6. 5 Walzenstuhl	6 a 2. Griesvermahlung	10,42	1,330	8,312	1,507	90,181
	6 b 3. Schalengries	10,20	1,708	10,683	2,700	86,617
	6 c 3. Gries	10,70	1,454	9,187	1,690	89,123
	6 d Mehl d. 2. Griesverm.	10,30	0,840	5,250	0,850	93,900

Nummer des Mahlganges	Bezeichnung	Wasser	In der Trockensubst. enthalten %: N	N-Subst.	mineralische Bestandth	stickstofffreie Bestandth.
7. 6. Walzenstuhl	7a 3. Griesvermahlung	10,60	1,522	9,514	2,175	88,311
	7b 4. Schalengries . .	10,75	1,750	10,937	2,790	86,273
	7c 4. Gries	10,80	1,400	8,750	1,750	89,500
	7d Mehl d. 3. Griesverm.	10,40	0,980	6,125	1,000	92,875
8. 7. Walzenstuhl	8a 4. Griesvermahlung	10,74	1,610	10,062	2,800	87,138
	8b 5. Schalengries . .	10,66	1,750	10,937	2,800	86,263
	8c 5. Gries	10,80	1,190	7,437	1,680	90,883
	8d Mehl d. 4. Griesverm.	10,60	1,120	7,000	0,650	92,350
9. 8. Walzenstuhl	9a 5. Griesvermahlung	11,00	1,620	10,062	2,380	87,558
	9b 6. Schalengries . .	11,20	1,960	12,250	2,770	84,980
	9c 6. Gries	11,10	1,680	10,500	1,790	87,710
	9d Mehl d. 5. Griesverm.	11,10	1,260	7,875	0,525	91,600
10. 9. Walzenstuhl	10a 6. Griesvermahlung	10,82	1,929	12,062	2,102	85,836
	10b 7. Schalengries . .	10,77	1,890	11,812	3,752	84,436
	10c 7. Gries	11,54	1,680	10,500	1,732	87,768
	10d Mehl d. 6. Griesverm.	10,870	1,243	7,875	0,734	91,391
11. 10. Walzenstuhl	11a 7. Griesvermahlung	11,68	1,750	10,937	2,294	86,769
	11b 8. Schalengries . .	10,59	2,064	12,905	4,020	83,075
	11c 8. Gries	10,82	1,774	11,090	2,140	86,770
	11d Mehl d. 7. Griesverm.	11,20	1,400	8,750	1,002	90,248
12. 11. Walzenstuhl	12a 8. Griesvermahlung	11,27	2,000	12,500	2,680	84,820
	12b 9. Schalengries . .	11,49	2,310	14,437	3,960	81,603
	12c 9. Gries	10,93	1,820	11,375	2,190	86,435
	12d Mehl d. 8. Griesverm.	11,42	1,430	8,968	1,140	89,892
13. 2. Dismembrator	13a 9. Griesvermahlung	11,46	2,120	13,250	3,840	82,910
	13b 10. Schalengries .	11,05	2,100	13,125	5,420	81,455
	13c 10. Gries	11,20	1,820	11,275	2,856	85,769
	13d Mehl d. 9. Griesverm.	11,32	1,680	10,500	1,644	87,856
14. 3. Dismembrator	14a 10. Griesvermahlung	11,51	1,854	11,593	3,878	84,529
	14b 11. Schalengries . .	11,23	1,960	12,250	4,294	83,456
	14c 11. Gries	10,05	2,100	13,125	2,624	84,251
	14d Mehl d. 10. Griesverm.	11,22	1,820	11,375	1,958	86,667
15. 4. Dismembrator	15a 11. Griesvermahlung	11,36	2,009	12,562	3,626	83,812
	15b 12. Schalengries . .	11,01	2,240	14,000	4,490	81,510
	15c 12. Gries	11,20	1,990	12,468	3,400	84,132
	15d Mehl d. 11. Griesverm.	11,08	1,960	12,250	1,888	85,862

Nummer des Mahlganges	Bezeichnung	Wasser	In der Trockensubst. enthalten %: N	N-Subst.	mineralische Bestandth.	stickstofffreie Bestandth.
16. 5. Dismembrator	16a 12. Griesvermahlung	12,27	2,064	12,905	4,120	82,975
	16b 13. Schalengries . .	12,10	2,064	12,905	5,072	82,023
	16c 13. Gries	11,93	2,064	12,905	2,815	84,280
	16d Mehl d.12.Griesverm.	11,53	1,820	11,375	2,000	86,625
17. 6. Dismembrator	17a 13. Griesvermahlung	13,38	2,100	13,125	4,460	82,415
	17b 14. Schalengries . .	13,14	2,134	13,342	5,322	81,336
	17c 14. Gries	13,30	2,134	13,342	3,838	82,820
	17d Mehl d.13.Griesverm	12,79	2,030	12,687	2,210	85,103
18. 7. Dismembrator	18a 14. Griesvermahlung	12,83	2,064	12,905	4,610	82,485
	18b 15. Schalengries . .	12,63	2,100	13,125	6,012	80,863
	18c 15. Gries	11,70	2,100	13,125	3,730	83,145
	18d Mehl d.14.Griesverm.	11,60	2,030	12,687	2,500	84,813
19. 8. Dismembrator	19a 15. Griesvermahlung	11,56	2,100	13,125	4,854	82,021
	19b/c {16. Schalengries / 16. Gries} Kleie	12,09	2,100	13,125	7,288	79,587
	19d Mehl d.15.Griesverm.	12,29	2,030	12,687	2,518	84,795

III. Handelsproducte der Kunstmühle; Mischmehle aus den Mehlen 1—19 zusammengesetzt.

Bezeichnung	Wasser	In der Trockensubstanz enthalten %: N	N-Subst.	mineral. Bestandth.	Fett	Rohfaser	stickstofffreie Bestandth.
Mischmehl Nr. 0 . . .	12,46	0,770	4,812	0,491	0,600	0	96,097
» » I . . .	12,64	1,201	7,509	1,144	1,022	0,144	90,181
» » Ib . . .	12,47	1,440	9,000	1,463	1,208	0,680	89,649
» » II . . .	14,17	1,836	11,475	2,114	1,962	1,560	82,889
» » III . . .	12,08	2,030	12,687	2,432	2,034	2,080	80,767
Kleie	11,45	2,294	14,310	5,594	3,393	8,460	68,243
IV. Prima Roggenmehl aus drei anderen hiesigen Kunstmühlen.							
Nr. 0 Borsigmühle . .	12,78	0,948	6,122	0,590	0,540	0	92,748
» 00 Kronenmehl der Berliner Brotfabr. A. G	12,33	0,805	5,031	0,560	0,652	0	93,757
» 0 Berl. Dampfmühlen	14,22	0,875	5,469	0,530	0,440	0	93,561

Zusammenstellung von 257 Analysen gibt König für Roggen, ganzes Korn, folgende Zahlen an (Dietrich und König, Futtermittel, 2. Aufl. 1891. II. Bd. S. 1252 u. 1312):

		Wasser	In Procenten der Trockensubstanz				
			Roh-protëin	Fett	Kohle-hydrate	Rohfaser	Asche
Roggen nach 257 Analysen	Mittel . . .	13,40	13,28	1,92	80,28	2,23	2,29
	Mindest- Meistgehalt	6,8—18,7	8,4—22,8	0,2—3,5	70,0—85,1	1,2—5,9	0,6—4,8

Demnach handelt es sich bei dem untersuchten, nach Angabe der Fabrik aus Odessa stammenden Roggen in der That um eine ziemlich eiweissarme Sorte.

Von Interesse ist ferner der Einfluss der verschiedenen Reinigungsprocesse und die Zusammensetzung der dabei gewonnenen Abfälle, weshalb die betreffenden Zahlen hier noch einmal wiederholt seien:

	Wasser	In Procenten der Trockensubstanz				
		Roh-protëin	Fett	Kohle-hydrate	Rohfaser	Asche
Roggen gereinigt .	12,20	9,640	1,552	82,055	4,750	2,003
» **gespitzt** .	12,44	9,238	1,341	84,073	3,460	1,888
» **gequetscht**	12,29	8,506	1,323	86,565	1,935	1,671
Spitz-Abfall . . .	11,66	16,187	3,438	73,025	6,850	0,500
Quetsch-Abfall . .	11,54	11,375	1,458	66,841	10,55	9,776

Beim Spitzen werden, wie oben geschildert, durch oberflächliches Mahlen auf einem nicht flach sondern hoch (mit viel Abstand) gestellten Steingange die Enden des Korns uud ein Theil der äussersten Schale entfernt. Dabei wird auch der grösste Theil des das eine Ende einnehmenden, bekanntlich sehr eiweiss- und fettreichen Keimlings abgetrennt und in den Spitzabfall abgeführt. Dies macht sich beim Korn durch weiteres Sinken des Eiweissgehaltes von 9,640 auf 9,238, des Fettgehaltes von 1,552 auf 1,341 und des Rohfasergehalts von 4,750 auf 3,460 bemerklich, wogegen der Spitzabfall an Eiweiss (16,187) Fett (3,438) und Rohfaser (6,850) auffallend reich ist.

Bei dem alsdann folgenden Quetschen des ganzen Korns wird wieder ein Theil der Schale abgelöst und entfernt; daher sinkt die Stickstoffsubstanz weiter auf 8,506, der Fettgehalt bleibt fast derselbe, Rohfaser und Asche sinken auf 1,935 und 1,671, während der Quetschabfall auffallend reich an beiden ist, 1,055 und 9,776. Letztere Zahl ist allerdings wohl z. Th. auf Sandbeimischung von den Mühlsteinen, Staubtheilen etc. zurückzuführen.

Das gequetschte Korn bildet alsdann den Uebergang zur eigentlichen Vermahlung auf Walzenstühlen und Dismembratoren, deren verschiedene Producte nunmehr näher zu betrachten sind.

II. Die Producte der einzelnen Mahlgänge und ihre Zusammensetzung.

Wie schon bemerkt wurde, liefert jeder Mahlgang, der entweder mit einem einheitlichen Mahlgut (ganzes Korn, Schale, Gries), oder in den späteren Stadien auch mit einem Gemisch aus 2 und selbst 3 verschiedenen Substanzen (Gries und Schalengries des vorhergehenden Mahlgangs, später ausserdem noch die Reste der anfänglichen Schalenvermahlung) gespeist wird, stets 4 verschiedene und sämmtlich einzeln untersuchte Producte: den von den Walzen kommenden ungesiebten Schrot a, der nach dem Durchgange durch die Sichtemaschine sich scheidet in einen gröberen, mittleren und feinsten Theil: die Schale b, den Gries c, und das Mehl d.

An der Hand des Mahlschemas und der chemischen Tabelle lässt sich nun die Zusammensetzung der einzelnen Producte in ihrem Zusammenhange untereinander auf das Genaueste verfolgen, wobei wir uns der Uebersichtlichkeit halber auch im Folgenden auf die am meisten charakteristischen Zahlen des Eiweiss- und Aschengehaltes beschränken.

Der erste Mahlgang verwandelt das ihm zugeführte »gequetschte Korn« von 8,481 Protëin- und 1,671 Aschengehalt in »Schrot von ganzem Korn« mit 8,75 Protëinen und 1,81 Asche. Die Differenz ist wohl auf die unvermeidlichen Ungleichmässigkeiten einer Massenuntersuchung und der Probeentnahme im

Grossbetriebe zurückzuführen, bei der man natürlich nicht stets genau dieselbe ursprüngliche Getreideportion auf allen Stufen des vielverschlungenen Weges wieder antrifft.

Bei der nun folgenden Trennung auf der Sichtemaschine wird der Mahlschrot zerlegt in: 1. Schale, 11,812 Protëine und 3,11 Asche, 1. Gries: 7,437 bezw. 1,24, und 1. Mehl 3,27 bezw. 0.44. Der Unterschied ist in die Augen fallend.

Der zweite Mahlgang, dem als Mahlgut die erste Schale zugeführt wird, vermahlt sie zu »Schrot aus der ersten Schale«. Die Zahlen vorher und nachher zeigen für Protëine und Aschen genaue Uebereinstimmung: in beiden Fällen 11,812 und 3,11. Die Sichtemaschine trennt das Product in:

2. Schale:	12,25 Prot.,	3,54 Asche
2. Gries:	9,625 »	1,87 »
2. Mehl:	4,812 »	0,76 »

Beim dritten Mahlgange tritt ein noch schärferer Gegensatz hervor; der zugehörige Schrot (vermahlene 2. Schale) mit 11,812 Protëinen und 3,59 Asche wird zerlegt in

3. Schale	mit	13,125	Protëinen	und	3,91 Asche
3. Gries	»	10,937	»	»	3,65 »
3. Mehl	»	7,657	»	»	0,85 »

Beim vierten Mahlgange endlich, mit dem die isolirte Schalenvermahlung abschliesst, ist zwischen Schale und Gries fast jeder Unterschied verschwunden; beide haben 12,66 Protëine, und auch im Aschengehalte zeigt sich nur noch ein geringer Unterschied (4,47 bezw. 3,57, gegen 3,92 des ungesiebten Mahlguts). Selbst das 4. Mehl weist schon einen so hohen Gehalt an Protëinen und Asche auf (8,75 bezw. 1,54), wie wir ihn bei den Griesen erst in der 8. Vermahlung (12. Mahlgang) antreffen.

Weniger schnell, aber nicht minder deutlich tritt die gleiche Erscheinung im Verlaufe der mit dem fünften Mahlgange beginnenden eigentlichen Griesvermahlung hervor. Das Mahlgut dieses Ganges, 1. Gries vom ganzen Korn,

1c, hat vor dem Mahlen . . . . 7,437 Protëine u. 1,24 Asche;
in Schrot 5a verwandelt und ungesiebt 7,875 » » 1,275 »

nach dem Sieben: 5b 1. Schalengries 10,937 Protëine u. 2,5 Asche;
5c 2. Gries . . 7,439 » » 1,25 »
5d Mehl . . . 4,812 » » 0,55 »

Der sechste Mahlgang erhält als Mahlgut ausser den Restproducten des vorhergehenden 5. Mahlganges, nämlich dem
Schalengries 5b = 10,937 — 2,500
Gries 5c = 7,439 — 1,25
noch den von der ersten Schalenvermahlung stammenden Gries 2c = 9,724 — 1,87

Nach der Vermahlung finden wir als ungesiebten Schrot des 6. Mahlganges 6a = 8,312 — 1,507 was dem Durchschnittswerthe der drei das Mahlgut zusammensetzenden Proben wohl entspricht.

In gleicher Weise lässt sich die fortgesetzte Zerlegung und Wiedervereinigung der einzelnen Zwischenstufen an ihrem Stickstoff- und Aschengehalt durch sämmtliche 19 Mahlgänge genau verfolgen und geradezu von Gang zu Gang kontroliren, und die Uebereinstimmung, Regelmässigkeit und Gesetzlichkeit in den gefundenen Zahlen ist, von geringen Ungleichmässigkeiten abgesehen, in der That ganz überraschend. Das Nähere ist aus der folgenden Zusammenstellung leicht zu ersehen. (Siehe S. 78 und 79.)

Weiterhin lässt dieselbe deutlich erkennen, wie mit jedem neuen Mahlgange der Gehalt an Stickstoffsubstanz und Mineralbestandtheilen steigt, und zwar sowohl bei dem Mahlgut und dem ungesiebten Schrot, als bei den Schalen, Griesen und Mehlen, wenn auch freilich nicht bei allen in gleicher Weise. Am schnellsten steigen alle Zahlen während der 4maligen gesonderten Schalenvermahlung, langsamer, aber ebenso regelmässig bei der späteren Griesvermahlung. Dabei liegen die Werthe für die Schalen und Schalengriese stets oberhalb derjenigen für das gesammte Mahlgut, während die Zahlen des letzteren wiederum, mit wenigen Ausnahmen, höher sind als für die Griese, die ihrerseits in gleicher Weise diejenigen des Mehles übertreffen. Erst bei den späteren Mahlgängen findet in den Stickstoffzahlen eine

allmähliche Annäherung statt, und schliesslich wird sogar ein völliger Ausgleich im Stickstoffgehalt erreicht. Dagegen bleibt für den Aschengehalt ein erheblicher Unterschied bis zuletzt bestehen, der in den Zahlen des 19. Mahlganges mit 2,5 % Asche beim Mehl gegen 7,288 bei den letzten, in die Kleie übergehenden Gries- und Schalenresten sogar erst seinen Gipfelpunkt erreicht. Die Feststellung dieses auffälligen Unterschiedes im Verhalten des Protëin- und des Aschengehaltes ist als eins der bemerkenswerthesten Ergebnisse der Untersuchung anzusehen.

Der Versuch einer Reconstruction des ganzes Kornes aus den einzelnen untersuchten Fractionen ist aus dem Grunde nicht ausführbar, weil die Mühle das Mengenverhältnis von Schale, Gries und Mehl der einzelnen Mahlgänge nicht näher bestimmt hat. Nur über die ungefähre Ausbeute an den einzelnen Handelsmarken folgen im nächsten Abschnitt einige Zahlen.

Dagegen sind die Korngrössen sämmtlicher untersuchter Proben im Laboratorium mit Hilfe eines Siebsatzes genau bestimmt worden und in den Tabellen S. 80, 81 u. 82 verzeichnet. Die Siebgrösse betrug $^1/_5$ — $^1/_2$ — 1 — 2 mm. Zwischen $^1/_2$ und 1 mm wurde, um einen für militärische Verhältnisse interessanten Vergleich mit dem Kommissbrotmehl zu gewinnen, ein Stück des für letzteres reglementarisch vorgeschriebenen Sichteblatts von 17 bis 18 Fäden auf den Centimeter eingeschoben. Zwar lässt sich auch auf Grund dieser Tabelle eine Berechnung der Mengenverhältnisse der einzelnen Producte nicht durchführen, da die Siebe erheblich gründlicher und vollständiger sichten, als die in Wirklichkeit benutzten Sichtemaschinen der Mühle; als allgemeiner Anhalt für die Feinheit der verschiedenen Proben sind ihre Zahlen indess ganz brauchbar. Vor allem zeigen sie, dass sämmtliche Mehle, auch die letzten, geringeren Sorten, von nahezu gleicher Feinheit waren.

Fortsetzung des Textes auf S. 82.

Uebersicht des Protëin- und Aschengehaltes, nach Mahlgängen geordnet.

Mahlgang Nr.	Mahlgut	Protëine: Mahlgut vor dem Vermahlen	Protëine: a Schrot nach dem Vermahlen	Protëine nach dem Passiren der Sichtemaschine: b Schale	Protëine nach dem Passiren der Sichtemaschine: c Gries	Protëine nach dem Passiren der Sichtemaschine: d Mehl	Asche: Mahlgut vor dem Vermahlen	Asche: a Mahlgut nach dem Vermahlen	Asche nach dem Passiren d. Sichtemaschine: b Schale	Asche nach dem Passiren d. Sichtemaschine: c Gries	Asche nach dem Passiren d. Sichtemaschine: d Mehl	Mahlgang Nr.
	A. Ganzes Korn.											
1.	Ganzes Korn gequetscht	8,506	8,750	11,812	7,437	3,270	1,671	1,810	3,110	1,240	0,440	1.
	B. Schalen-Vermahlung.											
2.	1. Schale 1 b	11,812	11,812	12,359	9,724	4,812	3,110	3,110	3,540	1,870	0,670	2.
3.	2. Schale 2 b	12,359	11,812	13,125	10,937	7,657	3,540	3,590	3,910	3,650	0,850	3.
4.	3. Schale 3 b	13,125	13,125	12,687	12,687	8,750	3,910	3,920	4,470	3,570	1,540	4.
	C. Gries-Vermahlung.											
5.	1. Gries 1 c	7,437	7,875	10,937	7,439	4,812	1,240	1,275	2,500	1,250	0,550	5.
	2. Schalengries 5 b	10,937					2,500					
6.	2. Gries 5 c	7,439	8,312	10,683	9,187	5,250	1,250	1,507	2,700	1,690	0,850	6.
	2. Gries 2 c	9,724					1,870					
	3. Schalengries 6 b	10,683					2,700					
7.	3. Gries 6 c	9,187	9,514	10,937	8,750	6,125	1,690	2,175	2,790	1,750	1,000	7.
	3. Gries 3 c	10,937					3,650					
	4. Schalengries 7 b	10,937					2,790					
8.	4. Gries 7 c	8,750	10,062	10,937	7,437	7,000	1,750	2,800	2,800	1,680	0,650	8.
	4. Gries 4 c	12,687					3,570					

Gries-Vermahlung	9.	5. Schalengries 8 b 5. Gries 8 c	10,937 7,437	10,062	12,250	10,500	7,875	2,800 1,680	2,380	2,770	1,790	0,525	9.
	10.	6. Schalengries 9 b 6. Gries 9 c	12,250 10,500	12,062	11,812	10,500	7,875	2,770 1,790	2,102	3,752	1,732	0,734	10.
	11.	7. Schalengries 10 b 7. Gries 10 c	11,812 10,500	10,937	12,905	11,096	8,750	3,752 1,732	2,294	4,020	2,140	1,002	11.
	12.	8. Schalengries 11 b 8. Gries 11 c	12,905 11,096	12,500	14,437	11,375	8,968	4,020 2,140	2,680	3,960	2,190	1,140	12.
	13.	9. Schalengries 12 b 9. Gries 12 c	14,437 11,375	13,250	13,125	11,375	10,500	3,960 2,190	3,840	5,420	2,856	1,644	13.
	14.	10. Schalengries 13 b 10. Gries 13 c 4. Schale 4 b	13,125 11,375 12,687	11,593	12,250	13,125	11,375	5,420 2,856 4,470	3,878	4,294	2,624	1,958	14.
	15.	11. Schalengries 14 b 11. Gries 14 c	12,250 13,125	12,562	14,000	12,468	12,250	4,294 2,624	3,626	4,490	3,400	1,888	15.
	16.	12. Schalengries 15 b 12. Gries 15 c	14,000 12,468	12,905	12,905	12,905	11,375	4,490 3,400	4,120	5,072	2,815	2,000	16.
	17.	13. Schalengries 16 b 13. Gries 16 c	12,905 12,905	13,125	13,342	13,342	12,687	5,072 2,815	4,460	5,322	3,838	2,210	17.
	18.	14. Schalengries 17 b 14. Gries 17 c	13,342 13,342	12,905	13,125	13,125	12,687	5,322 3,838	4,610	6,012	3,720	2,500	18.
	19.	15. Schalengries 18 b 15. Gries 18 c	13,125 13,125	13,125	13,125 Kleie		12,687	6,012 3,720	4,854	7,288 Kleie		2,518	19.

Tabellen über die Korngrösse.

Nr. des Mahlgangs	Mahlproduct	unter 1/5 mm	1/5-1/2 mm	1/2 mm bis Sichteblatt¹)	Sichteblatt bis 1 mm	1—2 mm	über 2 mm	Summa
	a) Ungesiebte Vermahlungen.							
1.	Ganzes Korn geschrotet 1 a	32,75	3,50	2,55	24,70	30,50	6,00	100%
2.	1. Schalenvermahlung 2 a	23,75	9,85	0,80	43,30	21,80	0,80	100 »
3.	2. » 3 a	14,50	9,35	3,05	58,75	9,00	0,30	100 »
4.	3 » 4 a	33,10	18,40	1,90	41,85	4,75	0	100 »
5.	1. Griesvermahlung 5 a	47,35	24,15	4,40	24,00	0,10	0	100 »
6.	2. » 6 a	46,90	28,80	0,70	23,50	0,10	0	100 »
7.	3. » 7 a	47,20	30,50	3,35	18,65	0,30	0	100 »
8.	4. » 8 a	50,00	32,75	0,25	16,50	0,50	0	100 »
9.	5. » 9 a	45,80	31,45	4,15	17,90	0,40	0	100 »
10.	6. » 10 a	43,55	37,50	1,10	20,00	0,85	0	100 »
11.	7. » 11 a	50,30	30,75	3,10	15,75	0,80	0,30	100 »
12.	8. » 12 a	47,00	36,60	0,40	14,55	0,90	0,55	100 »
13.	9. » 13 a	54,65	28,90	4,20	12,10	0,15	0	100 »
14.	10. » 14 a	40,10	24,50	2,25	30,75	2,40	0	100 »
15.	11. » 15 a	42,10	22,25	4,50	29,65	1,50	0	100 »
16.	12. » 16 a	30,50	23,25	9,50	34,10	2,65	0	100 »
17.	13. » 17 a	39,05	28,25	1,40	30,15	1,15	0	100 »
18.	14. » 18 a	37,00	24,75	6,75	30,50	0,75	0	100 »
19.	15. » 19 a	34,15	32,15	2,25	30,60	0,85	0	100 »
	b) Schalen resp. Schalengriese.							
1.	1. Schale 1 b	6,67	3,35	0,40	31,08	49,60	8,90	100%
2.	2. » 2 b	11,50	4,85	17,50	56,50	25,10	0,30	100 »
3.	3. » 3 b	9,35	3,05	0,40	62,95	24,25	4,50	100 »
4.	4. » 4 b	21,85	10,65	2,40	58,30	6,80	0	100 »
5.	2. Schalengries 5 b . .	14,85	28,45	1,55	55,00	0,15	0	100 »
6.	3. » 6 b . .	28,20	26,50	7,90	37,30	0,15	0	100 »
7.	4. » 7 b . .	25,30	36,80	1,30	36,10	0,50	0	100 »
8.	5. » 8 b . .	17,25	20,00	7,40	54,00	1,15	0	100 »
9.	6. » 9 b . .	13,60	18,85	1,80	63,95	1,40	0,40	100 »
10.	7. » 10 b . .	9,55	19,35	7,90	60,45	1,95	0	100 »
11.	8. » 11 b . .	6,50	20,20	1,35	15,55	1,80	0,60	100 »
12.	9. » 12 b . .	8,60	19,50	4,80	64,10	3,00	3,50	100 »
13.	10. » 13 b . .	1,35	3,90	0,60	91,65	1,40	0,30	100 »
14.	11. » 14 b . .	35,85	18,25	5,65	37,50	2,75	0	100 »
15.	12. » 15 b . .	26,60	18,10	6,50	46,75	2,50	0	100 »
16.	13. » 16 b . .	18,50	18,85	1,40	58,10	3,15	0	100 »
17.	14. » 17 b . .	17,60	15,50	5,25	59,00	2,65	0	100 »
18.	15. » 18 b . .	10,75	13,00	2,70	69,25	4,25	0,05	100 »
19.	{16. » / 16. Gries} 19 b und 19 c	28,65	28,10	6,60	35,60	1,00	0,05	100 »

1) Das für Commissbrotmehl vorschriftsmässige Sichteblatt von 17 bis 18 Fäden auf 1 cm.

Nr. des Mahlgangs	Mahlproduct	unter 1/5 mm	1/5—1/2 mm	1/2 mm bis Sichteblatt	Sichteblatt bis 1 mm	1—2 mm	über 2 mm	Summa
	c) Griese.							
1.	1. Gries d. 1. Vermahlung (aus ganzem Korn) 1 c	43,05	36,40	1,10	19,55	0	0	100%
2.	2. Gries der 1. Schalenvermahlung 2 c . . .	30,85	33,00	1,15	35,00	0	0	100 »
3.	3. Gries der 2. Schalenvermahlung 3 c . . .	20,80	18,90	7,55	52,75	0	0	100 »
4.	4. Gries der 3. Schalenvermahlung 4 c . . .	38,15	39,75	2,00	20,10	0	0	100 »
5.	2. Gries der 1. Griesvermahlung 5 c	65,75	33,25	0,85	0,15	0	0	100 »
6.	3. Gries der 2. Griesvermahlung 6 c	66,25	33,00	0,20	0,55	0	0	100 »
7.	4. Gries der 3. Griesvermahlung 7 c . .	67,30	32,50	0,10	0,10	0	0	100 »
8.	5. Gries der 4. Griesvermahlung 8 c	63,25	36,55	0	0,20	0	0	100 »
9.	6. Gries der 5. Griesvermahlung 9 c	69,15	30,60	0,15	0,10	0	0	100 »
10.	7. Gries der 6. Griesvermahlung 10 c . . .	59,25	40,50	0,15	0,10	0	0	100 »
11.	8. Gries der 7. Griesvermahlung 11 c . . .	65,60	34,00	0,35	0,15	0	0	100 »
12.	9. Gries der 8. Griesvermahlung 12 c . . .	61,50	38,25	0,15	0,10	0	0	100 »
13.	10. Gries der 9. Griesvermahlung 13 c . . .	54,00	30,75	5,00	10,25	0	0	100 »
14.	11. Gries der 10. Griesvermahlung 14 c . .	55,60	34,75	0,65	9,00	0	0	100 »
15.	12. Gries der 11. Griesvermahlung 15 c . .	57,00	33,10	0,50	9,40	0,25	0	100 »
16.	13. Gries der 12. Griesvermahlung 16 c . .	52,00	34,75	4,75	8,50	0	0	100 »
17.	14. Gries der 13. Griesvermahlung 17 c . . .	51,85	42,00	0,55	5,60	0	0	100 »
18.	15. Gries der 14. Griesvermahlung 18 c . .	49,25	35,00	6,00	9,75	0	0	100 »
19.	16. Gries / 16. Schalengries } d. 15. Griesvermahlung 19 b c	28,65	28,10	6,60	35,60	1,00	0,05	100 »

Nr. des Mahlgangs	Mahlproduct		unter 1/5 mm	1/5–1/2 mm	1/2 mm bis Sichteblatt	Sichteblatt bis 1 mm	1—2 mm	über 2 mm	Summa
	d) Mehle.								
1.	Mehl der 1 Vermahlung	1 d	100	0	0	0	0	0	100%
2.	Mehl d. 1. Schalenvermahlung	2 d	100	0	0	0	0	0	100 »
3.	» » 2. »	3 d	100	0	0	0	0	0	100 »
4.	» » 3. »	4 d	100	0	0	0	0	0	100 »
5.	Mehl der 1. Griesvermahlung	5 d	100	0	0	0	0	0	100 »
6.	» » 2. »	6 d	100	0	0	0	0	0	100 »
7.	» » 3. »	7 d	100	0	0	0	0	0	100 »
8.	» » 4. »	8 d	100	0	0	0	0	0	100 »
9.	» » 5. »	9 d	100	0	0	0	0	0	100 »
10.	» » 6. »	10 d	100	0	0	0	0	0	100 »
11.	» » 7. »	11 d	100	0	0	0	0	0	100 »
12.	» » 8. »	12 d	100	0	0	0	0	0	100 »
13	» » 9. »	13 d	100	0	0	0	0	0	100 »
14.	» » 10. »	14 d	100	0	0	0	0	0	100 »
15	» » 11. »	15 d	100	0	0	0	0	0	100 »
16	» » 12. »	16 d	100	0	0	0	0	0	100 »
17.	» » 13. »	17 d	100	0	0	0	0	0	100 »
18	» » 14. »	18 d	99,91	0,09	0	0	0	0	100 »
19	» » 15 »	19 d	99,85	0,15	0	0	0	0	100 »
	Kleie		30,85	25,50	6,00	35,50	2,15	0	100 »
	Mehl Nr. 0		100	0	0	0	0	0	100 »
	Mehl Nr. I		100	0	0	0	0	0	100 »
	Mehl Nr. Ib		100	0	0	0	0	0	100 »
	Mehl Nr. II		100	0	0	0	0	0	100 »
	Mehl Nr. III		99,85	0,15	0	0	0	0	100 »

III. Die Endproducte der Vermahlung. 19 Mehlsorten, 5 Handelsmarken.

Müller und Mehlhändler pflegen die Güte und den Geldwerth eines Mehles ausser nach der schwer definirbaren, sogenannten »Griffigkeit« fast ausschliesslich nach seiner Farbe zu beurtheilen. Je weisser, um so besser ist es und um so höher ist der Preis. Aehnlich wie beim Weizenmehl etwa 8—12, werden beim Roggenmehl 4—5 verschiedene Handelsmarken in den Verkehr gebracht und nach hiesigem Gebrauch mit den Ziffern 0—III bezeichnet, wobei 0 die beste (Auszugmehl) und III die geringste Sorte (Schwarzmehl) bildet.

Zur schärferen Kennzeichnung der Mehlqualität, d. i. seiner Farbe, ist allgemein die Pékar'sche Mehlprobe in Gebrauch. Bei Ausführung derselben wird eine Probe des Mehles auf einem Holzbrettchen, zu einer flachen, etwa ½ bis 1 cm dicken Schicht fest zusammengedrückt, mit Hülfe eines Messers rechtwinklig beschnitten und dann in schräger, ziemlich steiler Richtung in ein Gefäss mit Wasser getaucht. Das Mehltäfelchen benetzt sich ohne zu zerfallen, indem die Luft aus den Poren oben entweicht, und nach dem Herausnehmen sind, namentlich wenn man 2 Proben, z. B. eine ein für allemal festgesetzte Stand-Probe und eine Probe des zu klassifizirenden Mehles nebeneinander gruppirt hat, die feinsten Farbenunterschiede zu erkennen.

Je nach der Beschaffenheit des Mahlgutes und den Anforderungen des Marktes fabrizirt nun die Mühle die feineren und geringeren Marken in wechselnder Menge, indem sie durch passende Mischung der sämmtlich zuletzt in einem gemeinsamen Magazinraume zusammenlaufenden 19 Mehlsorten, (deren Zahl je nach Umständen durch Einstellung neuer Mahlgänge noch vermehrt oder auch vermindert werden kann), die am besten erreichbaren oder gerade geforderten Marken herstellt.

Genauere Regeln lassen sich dafür natürlich nicht aufstellen, werden auch seitens der Mühle nicht mitgetheilt. Im allgemeinen werden die Nummern 0, 0—I, I und Ib aus den ersten 14 Mahlgängen, die Nummern II und III aus den 5 letzten Mahlgängen gewonnen.

Als Anhalt für das Preisverhältnis und die Ausbeute an den verschiedenen Sorten mögen folgende, für 100 Kilo Mahlgut geltende Zahlen dienen (nach Mittheilung der Fabrik):

Marke:	Preis:		Ausbeute:
	März 1894	December 1891	
0.	17,75 M.	30½ M.	25—30 % (0. und 0—I.)
0—I.	16,50 »	29¼ »	
I.	15,25 »	28 »	30—35 %
II.	12 »	20 »	5—7 %
III.	11 »	18 »	1—2 %
Kleie	8,75 »	10½ »	27—29 %

Natürlich schwanken die Preise je nach den Roggenpreisen in beträchtlichem Maasse.

Die für die 5 untersuchten Handelsmarken ermittelten Zahlen sind in der folgenden Tabelle nochmals zusammengestellt.

	Wasser	In Procenten der Trockensubstanz					
		N	N-Substanz	Asche	Fett	Roh-faser	Stickstoff-freie Bestandth.
Mischmehl Nr 0	12,46	0,770	4,812	0,491	0,600	0	96,097
» » I	12,64	1,201	7,509	1,144	1,022	0,144	90,181
» » Ib	12,47	1,440	9,000	1,463	1,208	0,680	89,649
» » II	14,17	1,836	11,475	2,114	1,962	1,560	82,889
» » III	12,08	2,030	12,687	2,432	2,034	2,080	80,767

An der Hand unserer grösseren Tabelle dürfte es nicht schwer sein, wenigstens vermuthungsweise anzugeben, welche Mahlgänge zur Herstellung der einzelnen Marken wahrscheinlich verwendet worden sind. Eine derartige Gruppirung der sich entsprechenden Sorten ist auf Grund des Stickstoff- und Aschegehaltes im Folgenden versucht worden:

	Stickst.-Subst.	Asche
Mahlgang 1	3,27	0,44
» 2	4,812	0,67
» 5	4,812	0,55
» 6	5,25	0,85
Marke 0	4,812	0,491
Mahlgang 3	7,657	0,85
» 7	6,125	1,00
» 8	7,000	0,65
» 9	7,875	0,525
» 10	7,875	0,734
» 11	8,750	1,002
» 12	8,968	1,140
Marke I	7,509	1,144
Mahlgang 4	8,75	1,54
» 13	10,50	1,644
Marke Ib	9,00	1,463
Mahlgang 14	11,375	1,958
» 15	12,250	1,888
» 16	11,375	2,00
Marke II	11,475	2,114
Mahlgang 17	12,687	2,210
» 18	12,687	2,500
» 19	12,687	2,518
Marke III	12,687	2,432

Im allgemeinen dürfte diese Zusammenstellung zutreffen;[1]) natürlich lassen sich aber auch andere Combinationen denken, wenn man die Mengenverhältnisse beliebig nehmen kann.

1) Bei einer anderen Gelegenheit, wo in etwas abweichender Weise auf 20 Mahlgängen 4 Mehlsorten, Nr. 0, I, II und III hergestellt wurden, machte dieselbe Mühle über die einzelnen Mahlgänge folgende Angaben:

Mehl 0 entstammt den Mahlgängen: $^3/_4$ von I, $^2/_3$ von II, V, VI, VII,
» I » » » $^1/_4$ von I, $^1/_3$ von II, III, IV, VIII—XV,
» II » » » XVI, XVII, XVIII, XIV,
» III » » » XX,

dies stimmt im allgemeinen mit dem oben Gesagten überein.

Schlussbetrachtungen.

Das Ziel der Untersuchung, einen Einblick in den näheren Zusammenhang des Mahlprocesses in seinen zahlreichen Zwischenstufen und mannigfachen Combinationen mit der chemischen Beschaffenheit der zugehörigen Mahlproducte, namentlich der schliesslich erzeugten Mehlsorten zu gewinnen, dürfte im Wesentlichen erreicht worden sein.

Als ein bemerkenswerthes Ergebnis ist ferner der ganz ausserordentlich niedrige Stickstoffgehalt der feineren Roggenmehlsorten anzusehen, der weit hinter den gewöhnlich in den Lehrbüchern sich findenden Angaben zurückbleibt. So giebt König (Nahrungs- und Genussmittel 3. Aufl. 1889 Bd. I. S. 622), allerdings nur auf Grund von 16 noch dazu meist aus den 40er und 50er Jahren stammenden Analysen, als Mittel für Roggenmehl: 13,41 Stickstoffsubstanz und 1,67 Asche (in % Trockensubstanz).

Indess stimmen unsere Zahlen mit den in der Einleitung erwähnten von Weinwurm vollständig überein. Derselbe fand, obwohl er einen erheblich stickstoffreicheren Roggen benutzte als er uns zur Verfügung stand, doch die besseren Mehlsorten, Extraroggenmehl und Weissroggenmehl, auffallend arm an Stickstoffsubstanz. Zum Vergleich sind seine Zahlen mit den bei uns gefundenen nochmals zusammengestellt:

			% Trockensubstanz:	
			Stickstoffsubstanz	Asche
Weinwurm (a. a. O.)		Roggen, ganzes Korn:	12,18	2,10
»		Extraroggenmehl: . . .	5,67	0,52
»		Weissroggenmehl: . . .	9,3	0,80
»		Schwarzmehl: . . .	17,12	2,11
»		Kleie:	17,94	4,98
Hiesige	Untersuchung,	Roggen, ganzes Korn:	9,640	2,003
»	»	Mehl No. 0: . . .	4,812	0,491
»	»	» » I: . . .	7,509	1,144
»	»	» » Ib: . . .	9,000	1,463
»	»	» » II: . . .	11,475	2,114
»	»	» » III: . . .	12,687	2,432
»	»	Kleie:	14,310	5,594

Hier scheint in der That ein durchgreifender Unterschied zwischen Roggen- und Weizenmehl vorzuliegen, wie auch Weinwurm dies bereits andeutet, da er bei seinen vergleichenden Untersuchungen des Weizenkunstmehls (siehe die Einleitung) auch bei den feinsten Marken nicht annähernd so niedrige Zahlen fand, darin auch mit den älteren Untersuchungen Dempwolfs völlig übereinstimmend.

Es würde dies auf eine ziemlich gleichmässige Vertheilung der Kleberkörner durch die ganze Masse des Weizenkorns hindeuten, während sie beim Roggen mehr die äusseren Schichten einnehmen müssten. Ob auch noch andere Umstände, z. B. das fast vollständige Fehlen der eigentlichen kleberbildenden Substanz im Roggenmehl, hierzu in Beziehung stehen, bedarf noch weiterer Aufklärung.

Um den auffallenden Befund jedoch noch weiter sicherzustellen, wurden noch von einigen anderen Berliner Kunstmühlen Proben von Prima-Roggenmehl untersucht. Die ausführlichen Zahlen sind in Tabelle II bereits mit enthalten. Hier mögen die Werthe für Stickstoffsubstanz und Asche noch einmal folgen:

	% Trockensubstanz	
	Stickstoffsubstanz	Asche
Borsigmühle, Roggenmehl No. 0. . . .	6,122	0,59
Berliner Brotfabrik, Roggenmehl No. 00. (Kronenmehl)	5,031	0,56
Berliner Dampfmühlen, Actien-Gesellschaft, Roggenmehl No. 0.	5,469	0,53

Durch diese Zahlen werden die früheren Befunde somit lediglich bestätigt.

Im Laufe der ganzen Untersuchung haben sich ferner die Zahlen des Stickstoffsubstanz- und Aschengehalts der Mehle als so sichere und brauchbare Kennzeichen der verschiedenen Sorten immer mehr bewährt, dass es sich vielleicht empfiehlt, zur Charakteristik eines Mehles künftig von diesen beiden Zahlen einen ausgedehnteren Gebrauch zu machen, als dies bisher üblich war. Die Fabrikanten und Mehl-Grosshändler werden sich in ihren bewährten Farben-Proben vorläufig freilich nicht

irre machen lassen, eine brauchbare zahlenmässige Stütze dieses doch immerhin rein subjectiven und schwer in eine allgemeinverständliche Fassung zu bringenden Kennzeichens aber vielleicht selbst nicht einmal ungern sehen. Besonders willkommen wären solche, auf hinreichend breiter Grundlage beruhende Stand-Zahlen natürlich für den chemischen und hygienischen Sachverständigen.

In allerjüngster Zeit[1]) (Zeitschr. f. angew. Chemie, Heft 23 vom 1. 12. 93.) ist etwas ähnliches für das Weizenmehl und seine zahlreichen Handelsmarken in Gestalt einer genauen Fixierung des zulässigen Aschengehaltes von Dr. Vedrödi in Debreczin versucht worden (Untersuchung von Mehlsorten nebst einer neuen Methode zur Bestimmung der Feinheit der Mehle; a. a. O. S. 691).

Vedrödi macht geradezu den Vorschlag einer gesetzlichen Festlegung des Maximal-Aschengehaltes für die in Ungarn üblichen 9 Nummern des Weizenmehls, in folgender Höhe (in % der ursprünglichen Substanz):

Marke	Aschengehalt von—bis	Aschengehalt Durchschnitt
No. 0	0.24—0,34	0,31
» 1	0,35—0,39	0,36
» 2	0,40—0,43	0,41
» 3	0,44—0,52	0,47
» 4	0,53—0,60	0,58
» 5	0,61—0,70	0,66
» 6	0,71—1,16	0,98
» 7	1,17—1,80	1,53
» 8	1,81—3,15	2,24

Als Grundlage für diese Stufenleiter diente eine genaue Untersuchung der den betreffenden Marken entsprechenden Normal-Proben von 9 ungarischen Kunstmühlen ersten Ranges, bei der die obigen, unter sich aufs beste übereinstimmenden

1) Der analytische Theil der Arbeit wurde bereits am 1. 5. 93., die Ausarbeitung am 31. 12. 93. abgeschlossen, der Druck aus äusseren Gründen bis jetzt verzögert.

Zahlen direct gefunden wurden. Für Weizen anderer Herkunft und ein anderes Mahlverfahren würden sie, wie der Verfasser selbst hervorhebt, noch einer Nachprüfung und eventuellen Berichtigung bedürfen. Jedenfalls verdient der aus dem klassischen Lande der Weizen-Kunstmüllerei stammende Vorschlag alle Beachtung. Der Stickstoffgehalt, der sich in so scharfer Weise freilich wohl kaum wird abgrenzen lassen, ist dabei allerdings gar nicht in Betracht gezogen, was vom hygienischen Standpunkte immerhin einen Mangel bedeutet.

Zum Vergleich mit seinen Weizenzahlen gibt der Verfasser schliesslich noch einige uns besonders interessirende Zahlen für 4 Sorten von reinem Roggenmehl, und zwar

Roggenmehl	Nr. 0	mit 0,44%	Asche;	entspricht	demnach	dem	Weizenmehl	Nr. 3.
»	» 1	» 0,68%	»	»	»	»	»	» 5.
»	» 2	» 1,15%	»	»	»	»	»	» 6.
»	» 2b	» 1,47%	»	»	»	»	»	» 7.

Leider sind alle seine Zahlen, auch die für Weizenmehl als Norm vorgeschlagenen, auf ursprüngliche und nicht auf Trockensubstanz berechnet, wodurch ein Vergleich mit anderen Untersuchungen, auch den unsrigen, sehr erschwert wird.

Sehr lesenswerth ist der von Vedrödi an der Hand von 335 Analysen beliebig angekaufter Weizenmehl-Proben geführte Nachweis, dass die meisten Sorten im Handel mit einer nicht unerheblich feineren Nummer markirt sind, als sie es von Rechtswegen, und im Vergleich mit der soliden Praxis der grossen Mühlen eigentlich verdienen; ein Missbrauch, der im Mehlhandel (ob auch bei uns?) sehr verbreitet sein soll und zu dessen Abstellung Vedrödis Vorschlag der gesetzlichen Festlegung des Aschengehalts hauptsächlich dienen soll. Zur weiteren Unterstützung und wissenschaftlichen Begründung der von ihm angestrebten reformatorischen Maassregel dürfte auch unsere in vorstehender Arbeit durchgeführte Analyse der einzelnen Stadien der Roggenvermahlung manchen brauchbaren Beitrag liefern.

Von grossem Interesse wäre schliesslich die Anstellung einer gleichen Untersuchung, wie der in vorliegender Arbeit enthaltenen, mit den allerdings noch weit zahlreicheren und compli-

cirteren Zwischenstufen und Producten der kunstmässigen Weizen-Vermahlung nach den Grundsätzen der heutigen, so hoch entwickelten eigentlichen Weizen-Gries- oder Hochmüllerei.

Wenn manchem Leser das oben mitgetheilte Roggen-Mahlschema unserer Mühle complicirt genug erschienen sein mag, so genügt doch ein Blick in die Handbücher der österreichisch-ungarischen Mühlentechnik (Kick, Kreuter, Pappenheim, Pékar u. A.), um gegenüber der dort üblichen, ins schier Endlose wiederholten Gries- und Dunstputzerei, und der im quadratischen Verhältnis damit wachsenden Menge von Einzelproben das oben geschilderte Roggen-Mahlverfahren als verhältnismässig ausserordentlich einfach und leicht übersichtlich erscheinen zu lassen. Eine derartige, auf die sämmtlichen Zwischenstufen und einzelnen Producte des Weizen-Mahlprocesses ausgedehnte Untersuchung würde die Kräfte eines einzelnen Arbeiters übersteigen.

Immerhin bleibt eine Erweiterung unserer Kenntnisse nach dieser Richtung hin ausserordentlich wünschenswerth; und es muss im Grunde genommen fast Wunder nehmen, dass die ebenso kapitalkräftige als intelligente und strebsame, alle Fortschritte der Technik verständnisvoll ausnutzende Mühlen-Industrie sich nicht längst entschlossen hat, eine solche Untersuchung auf breitester Grundlage aus eigenem Antriebe und mit eigenen Mitteln durchzuführen, von der nicht nur schätzenswerthe wissenschaftliche Einsichten, sondern vielleicht auch manche praktisch werthvolle Fingerzeige für den Mühlenbetrieb zu gewinnen wären.

Viktor Vedrödi wäre für eine solche Aufgabe gewiss der rechte Mann.

Erläuterungen zu Tafel I.

Die Müller unterscheiden Gries-Gaze und Beuteltuch (letzteres auch Cylindergaze oder einfach Seidengaze genannt).

Die Griesgaze besteht aus stärker gedrehten Seidenfäden und dient zur Trennung der groben Schalen von den mittelfeinen Griesen. Das Beuteltuch ist feiner und bildet das eigentliche Mehlsieb.

Die Nummerirung beider Arten stimmt, auch abgesehen von nationalen Abweichungen, z. B. zwischen den französischen und den in Deutschland meist üblichen Schweizer Seidengazen, leider nicht überein sondern geht ziemlich wild durcheinander und ist nur bei der Gries-Gaze einigermaassen rationell: Bei ihr wird das Gewebe nach der Anzahl der Fäden bezeichnet, die auf 1 Wiener Zoll (26,34 mm) kommen. Die Nummern fangen etwa mit 16 an, gehen bis 60 oder 70.

Die eigentliche **Mehlgaze** (so sollte man im Gegensatze zur Gries-Gaze das »Beuteltuch« alias »Cylindergaze« alias »Seidengaze« (!) doch einfach und unzweideutig benennen) beginnt mit Nr. 0000 oder 000 und steigt bis 17 oder 19.

In beiden Fällen zeigen innerhalb derselben Reihe die höheren Nummern die feineren Siebe an.

Nach den Prospekten der Fabriken und den Angaben der Lehrbücher beträgt die Anzahl der Fäden:

Bei der Mehlgaze (Beuteltuch, Cylindergaze):

Nr. 0000	7 Fäden auf 1 cm
» 000	9 » » 1 »
» 00	12 » » 1 »
» 0	15 » » 1 »
0 Proviant	17½ » » 1 »
Nr. 1	19½ » » 1 »
» 3	23 » » 1 »
» 5	26 » » 1 »
» 7	32½ » » 1 »
» 9	40 » » 1 »
» 11	46 » » 1 »
» 13	51 » » 1 »
» 15	58 » » 1 »
» 17	64 » » 1 »
» 19	70 » » 1 »

Von den Gries-Gazen entsprechen:

Nr. 18 dem Beuteltuch	0000
» 24 » »	000
» 30 » »	00
» 36 » »	0
» 44 » »	1
» 50 » »	2
» 54 » »	3
» 58 » »	4
» 60 » »	5
» 68 » »	6
» 72 » »	6—7

Niedrigere oder höhere Nummern der Gries-Gaze kommen für gewöhnlich nicht vor.

Das für militärische Zwecke vorgeschriebene Sichteblatt für Kommissbrotmehl von 17—18 Fäden auf 1 cm entspricht also etwa der Griesgaze 18 oder der Mehlgaze (Beuteltuch) Nr. 0.

In den Handelsmühlen werden dagegen weit feinere Nummern gebraucht, am meisten die Mehlgazen Nr. 14, 15 und 16, weniger 11, 12 und 13. Im übrigen wird auf die Tabellen vorstehender Arbeit verwiesen, wo die Siebnummern für jeden Mahlgang genau angegeben sind.

Die Tafel giebt eine Uebersicht der Beuteltuche und Griesgazen, nach einer Musterkarte einer renommirten Fabrik Schweizer Müller-Gazen, photographisch in natürlicher Grösse. Die kräftigere Textur der Griesgazen auf der einen Seite, die grössere Feinheit der Mehlgazen oder Beuteltuche auf der anderen Seite treten deutlich hervor.

Die correspondirenden Nummern von B. T. 000 = G. G. 24
bis B. T. 5 = G. G. 60

fallen als solche leicht ins Auge, während man gleichfalls leicht bemerkt, wie die ganz groben Nummern nur unter den Griesgazen, die ganz feinen nur unter den Beuteltuchen vertreten sind, in der anderen Reihe aber fehlen.

Im übrigen ist im Betreff der einzelnen Nummern das Nähere bereits oben gesagt worden und an der Hand der Tafel hier nochmals zu vergleichen.

Literatur.

W. Mayer, Ueber das Verhältnis der Phosphorsäure zu dem Stickstoff in einigen Samen. Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 101, S. 129, 1857.

O. Dempwolf, Untersuchung des ungarischen Weizens und Weizenmehls. Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 149, S. 343, 1869.

S. Weinwurm, über die Vertheilung der einzelnen Bestandtheile des Roggen- und Weizenkorns auf die verschiedenen Mahlproducte. Oestr.-ungar. Zeitschr. für Zuckerindustrie u. Landw. XIX. Jahrg., S. 163, 1890.

Emerich Ráthay, Getreidekörner, Mehl und Brot. Wien 1874

E. N. Horsford, Report on Vienna bread. Washington 1875 (Ausstellungsbericht Wien 1873).

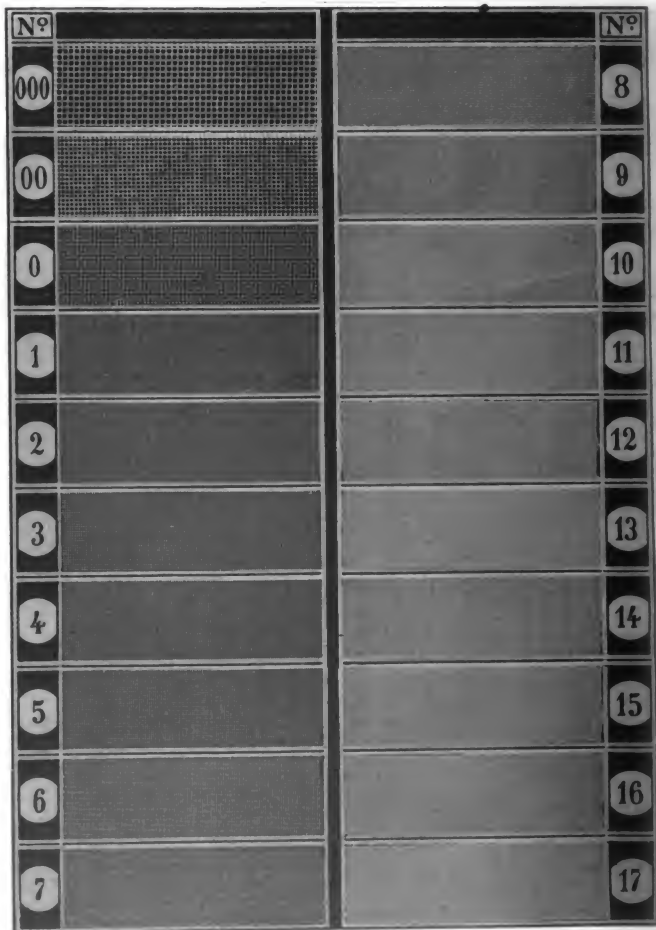
Friedrich Kick, die Mehlfabrikation. 2. Aufl., Leipzig 1878.

Emerich Pekár, Weizen und Mehl unserer Erde. Budapest 1882 (Ausstellungsbericht Paris 1878).

Franz Kreuter, die österreichische Hochmüllerei. Wien 1884 (im Anschluss an die Müllerei-Ausstellung London 1881).

Gustav Pappenheim, populäres Lehrbuch der Müllerei. 3. Aufl. Wien 1890.

Viktor Vedrödi, Untersuchung von Mehlsorten, nebst einer neuen Methode zur Bestimmung der Feinheit der Mehle. Zeitschr. f. angew. Chemie, 1893, Heft 23, S. 691



Seiden-Beuteltuch
aus der Seidenbeuteltuchfabrik von Reiff-Franck in Zürich

Verlag von R. Oldenbourg, München und Leipzig.

Seiden-Griesgaze

aus der Seidenbeuteltuchfabrik von Reiff-Franck in Zürich.

Einfluss von Zersetzungsstoffen auf die Alexinwirkung.

Von

Dr. Ludwig Schneider,

Assistent an der medicinischen Klinik in Freiburg i. Br.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität München.)

Aus den bisherigen Untersuchungen ergiebt sich, dass die bacterienfeindlichen Wirkungen des Blutes zu beziehen sind auf einen Eiweisskörper, der sich gelöst im Blutserum findet, der zwar ohne Zweifel der Lebensthätigkeit von Zellen seinen Ursprung verdankt, in seiner Wirksamkeit aber nicht an die Anwesenheit von Zellen gebunden ist, und der sich durch seine besonders labile Natur kennzeichnet: schon ein halbstündiges Erwärmen auf 55° genügt, um das Blut oder Serum seiner bacterienfeindlichen Wirkung zu berauben.

Das auf diese Weise seiner activen Wirksamkeit beraubte Blut nennen wir »inactiv«, unverändertes, wirkungstüchtiges Blut bezeichnen wir als »activ«, und die wirksamen Bestandtheile des letzteren nennen wir nach Buchner »Alexine« oder Schutzstoffe.

Diesen Alexinen schreiben wir also die Befähigung zu, unter Umständen Bacterienkeime abzutödten. Dagegen fehlte es bis jetzt an einer genügenden Klarlegung des Einflusses, welcher umgekehrt von Seiten der Bacterien und ihrer Producte auf die Alexine ausgeübt wird. In

dieser Hinsicht steht jedenfalls fest, dass die bacterientödtende Kraft der Alexine keine unbeschränkte sein kann. Sie wird geprüft, indem man zu einer bestimmten Menge Blut eine ebenfalls bestimmte Menge Bouilloncultur einer Bacterienart oder einer Aufschwemmung dieser Bacterienart in Bouillon zusetzt. War diese zugesetzte Menge nicht zu gross, so zeigte sich bei gewissen Spaltpilzarten nach 5 bis 7 Stunden eine völlige Vernichtung aller Keime. Wenn jedoch eine zu grosse Menge bacterienhaltiger Flüssigkeit zugesetzt war, dann stellte sich wohl in den ersten Stunden eine Verminderung der Spaltpilze ein, dann aber erfolgte eine sehr schnelle Vermehrung derselben: die bacterienfeindliche Kraft des Blutes war mit der Vernichtung einer bestimmten Zahl von Keimen erschöpft, d. h. die Stoffe, auf denen diese Kraft beruht, die Alexine waren verbraucht.

Bei diesen Versuchen wurde die bacterienhaltige Flüssigkeit den Blut- resp. Serumproben frei zugesetzt, so dass sich die Bacterien in der ganzen Flüssigkeitsmenge frei vertheilen konnten, wodurch sie in möglichst engen Contact mit dem Blute resp. Serum kamen. In einem sehr interessanten Versuch, der unter Buchner's Anleitung von Ibener und Roeder vorgenommen wurde[1]), war das Verfahren bei einem Theile der Proben ganz das gleiche, in einem zweiten Theil der Röhrchen wurde die Zusatzflüssigkeit aber nicht frei in dem Serum suspendirt, sondern man liess dieselbe von einem Wattepäckchen aufsaugen, welches dann in die Serumprobe versenkt wurde.

Das Resultat war lehrreich: Während in den ersten Proben die Bacterien völlig vernichtet wurden, trat in der zweiten zwar in den ersten Stunden eine starke Abnahme der Keime ein, nach 24 Stunden aber zeigte sich wieder eine enorme Vermehrung derselben.

Die Erklärung hierfür lag sehr nahe: die Bacterien wurden durch die Maschen des Wattebäuschchens im Innern desselben festgehalten, nur wenige gelangten zunächst frei in die umgebende

1) Vgl. Münchener medicinische Wochenschrift, 1891, 575.

Flüssigkeit. Nur diese wenigen waren es, die der Zählung unterlagen; sie wurden von den Alexinen allseitig umgeben und rasch abgetödtet, daher die scheinbare starke Abnahme der Keime. Gleichzeitig aber verhinderten die Maschen des Wattepäckchens auch die Vermischung des Aussaattropfens mit dem umgebenden Serum, und deshalb konnten sich die Bacterien im Innern des Päckchens ungestört vermehren, während an der Peripherie des Tropfens immer neue Lagen von Serum ihre bacterientödtende Kraft erschöpften. Das Endresultat war eine allmähliche Zerstörung der Alexine und dann das Ueberhandnehmen der Keime.

Nun war es selbstverständlich, dass bei der starken Vermehrung der Bacterien innerhalb des Wattepäckchens auch Zersetzungsstoffe derselben in stärkerer Concentration sich bilden mussten. Und es lag der Gedanke nahe, ob nicht eben diesen Bacterienproducten bei der Zerstörung der Alexine eine besondere Rolle zukäme.

Zur Entscheidung dieser Frage wurden einige Versuche angestellt. Dieselben wurden wesentlich nach der früher geübten Methode[1]) ausgeführt. Es kam darauf an, von einer Anzahl gleichwerthiger Proben von defibrinirtem activen **Kaninchenblut**, die in gleicher Weise mit der nämlichen Bacterienart besät wurden, die einen mit Zusatz von steriler Bouillon, die andern mit steigenden Zusätzen von steriler Zersetzungsflüssigkeit der nämlichen Bacterienart zu versehen und dann den Ablauf der Alexinwirkung durch Plattenculturen zu verfolgen. Das Gesammt-Volumen der Flüssigkeit sollte in allen Proben das gleiche bleiben, um für die Aussaatgrösse gleiche Verhältnisse zu gewinnen.

I. Versuch.

In acht Reagenzröhrchen wird je 1 ccm defibrinirtes actives Kaninchenblut eingefüllt. Zu zwei dieser Proben (a und a_1) wird je 1 ccm sterile Fleischpeptonbouillon, zu zwei weiteren (b und b_1) 0,9 ccm sterile Bouillon und 0,1 ccm einer 4 Tage alten, unmittelbar vor Anstellung des Versuchs

1) Buchner, Untersuchungen über die bacterienfeindlichen Wirkungen des Blutes: Angewendete Methoden. Archiv f. Hygiene, X, S. 95.

durch halbstündiges Erhitzen auf 60° sterilisirten Bouilloncultur von Typhusbacillen, zu zwei anderen (c und c_1) 0,5 ccm sterile Bouillon und 0,5 ccm Zersetzungsbouillon, und zu den beiden letzten (d und d_1) je 1 ccm der Zersetzungsbouillon zugesetzt. Vier weitere Röhrchen (α, β, γ, δ) enthalten je 1 ccm inactivirtes Blut desselben Thieres, im übrigen die gleichen Zusätze, nämlich α wie a, β wie b u. s. w. In sämmtliche 12 Röhrchen wird je ein Tropfen einer frischen Aufschwemmung von Typhusbacillen, angelegt aus einer 2 Tage alten Agarcultur, ausgesät. Sofort nach der Aussaat, sowie nach Verlauf von zwei, fünf und 24 Stunden wird jeder Probe eine, ca. 4 cmm haltende Oese voll entnommen, in Gelatine übertragen und diese zur Platte ausgegossen. Diese Plattenculturen ergaben folgende Zahlen:

Aussaat: Typhusbacillen.

	Inhalt der Proben	Colonienzahl auf den Platten			
		sofort nach Aussaat	nach 2 Std.	nach 5 Std.	nach 24 Std.
a	1 ccm Blut + 1 ccm Pepton-Bouillon	2070	?	40	271 800
a_1		4150	86	31	275 400
b	1 ccm Blut + 0,9 ccm P.-Bouillon	4240	90	48	468 000
b_1	+ 0,1 ccm Zersetzungsflüssigkeit	4100	170	23	432 000
c	1 ccm Blut + 0,5 ccm P.-Bouillon	5100	140	84	558 000
c_1	+ 0,5 ccm Zersetzungsflüssigkeit	5050	160	70	504 000
d	1 ccm Blut + 1 ccm Zersetzungs-	5100	240	250	662 400
d_1	flüssigkeit	4800	300	1700	792 000
α	wie a auf 55° erhitzt, inactiv . . .	4800	49 680	unzählige	unzählige
β	» b » » » » . . .	4200	53 460	»	»
γ	» c » » » »	4080	53 460	»	»
δ	» d » » » »	4400	48 240	»	»

Es möge besonders hervorgehoben werden, dass der Zusatz der Zersetzungsstoffe und der bacterienhaltigen Aufschwemmung unmittelbar hintereinander bei jedem einzelnen Röhrchen vorgenommen werden muss, und dass dann sofort die erste Probeöse in die Gelatine zu übertragen ist, da sich sonst infolge der sofort stattfindenden Einwirkungen der verschiedenen Stoffe in den Proben Veränderungen der Zahl der Keime herausbilden, deren Ursache dann nicht mehr zu controlliren ist.

II. Versuch.

Ganz wie der vorige, nur 5 Stunden nach der Aussaat, nachdem die dritte Probeöse entnommen ist, nochmaliger Zusatz von je 1 ccm activen Blutes zu den Proben a a_1, b b_1, c c_1, d d_1. Es sollte damit eine Annäherung

an die Verhältnisse im lebenden Organismus erzielt werden, in welchem während des Vorgangs der Bacterienabtödtung erneute Alexinmengen zur Wirksamkeit gelangen können.

Aussaat: Typhusbacillen.

Inhalt der Proben	Colonienzahl auf den Platten sofort nach Aussaat	nach 2 Std.	nach 5 Std.	Zusatz von je 1 ccm Blut	nach 24 Std.
a } 1 ccm Blut + 1 ccm Pepton-Bouillon	9 600	5 800	1 180	1 ccm	960
a₁	10 200	5 200	1 100	»	500
b } 1 ccm Blut + 0,9 ccm P.-Bouillon	8 400	6 000	1 300	»	450 000
b₁ + 0,1 ccm Zersetzungsflüssigkeit	8 000	6 400	1 410	»	326 000
c } 1 ccm Blut + 0,5 ccm P.-Bouillon	6 800	8 400	18 400	»	612 000
c₁ + 0,5 ccm Zersetzungsflüssigkeit	9 000	8 000	17 000	»	540 000
d } 1 ccm Blut + 1 ccm Zersetzungs-	9 400	20 000	52 800	»	unzählig.
d₁ flüssigkeit	8 000	13 000	41 600	»	»
α wie a, auf 55° erhitzt, inactiv	8 600	14 400	27 000	—	»
β » b, » » » »	7 600	14 600	42 000	—	»
γ » c, » » » »	8 400	14 600	58 000	—	»
δ » d, » » » »	7 800	15 400	42 000	—	»

Bei beiden Versuchen war die Abnahme der Keimzahl um so erheblicher, je weniger Zersetzungsstoffe den Proben zugesetzt worden waren. Auffallend ist es, dass in sämmtlichen Röhren von Versuch II eine bei weitem geringere Alexinwirkung stattgefunden hat, als bei I. Entweder war das Blut des verwendeten Thieres nicht dem des erstverwendeten gleichwerthig, oder die Cultur unterschied sich von der ersten durch stärkere Wachsthumsenergie.

Bei Versuch II fällt der enorme Unterschied der Keimzahl nach 24 Stunden besonders in die Augen. Derselbe ist zurückzuführen auf den nochmaligen Zusatz von Blut.

III. Versuch.

Anordnung wie beim II. Versuch. Als »Zersetzungsflüssigkeit« diente diesmal eine 14 Tage alte, auf 60° erhitzte, dann filtrirte Cultur von Choleravibrionen. Nach 5 Stunden erneuter Zusatz von je 1 ccm activem Blut bei den activen Proben.

Aussaat: Choleravibrionen.

Inhalt der Proben	Colonienzahl auf den Platten			
	sofort nach Aussaat	nach 2 Std.	nach 5 Std.	nach 24 Std.
a } 1 ccm Blut + 1 ccm Pepton-Bouillon	24	0	0	0
a_1	22	0	0	0
b } 1 ccm Blut + 0,9 ccm P.-Bouillon	20	1	1	0
b_1 } + 0,1 ccm Zersetzungsflüssigkeit	24	0	0	0
c } 1 ccm Blut + 0,5 ccm P.-Bouillon	12	4	4	320 000
c_1 } + 0,5 ccm Zersetzungsflüssigkeit	25	2	5	300 000
d } 1 ccm Blut + 1 ccm Zersetzungs-	26	9	47	334 000
d_1 } flüssigkeit	35	12	45	404 000
α wie a auf 55° erhitzt, inactiv . . .	29	120	1300	unzählige
β » b » » » » . .	20	160	1400	»
γ » c » » » » . . .	35	145	1350	»
δ » d » » » » . . .	30	140	1270	»

Bei diesem Versuch wurde die Aussaatmenge mit Absicht sehr klein genommen. In der That beweist der Umstand, dass in den Proben c und d bei einer so kleinen Aussaat sich Keime lebensfähig erhalten haben, während bei a, a_1 und b_1 schon nach 2 Stunden alle Keime vernichtet waren, auf's Anschaulichste, dass die Bacterien durch ihre Zersetzungsstoffe in dem Widerstand gegen die Alexinwirkung hervorragende Unterstützung erfahren.

Die Röhrchen a, a_1, b, b_1 blieben dauernd steril, während sich schon nach drei Tagen auf den andern Proben eine dicke Haut bildete, welche, wie mikroskopisch nachgewiesen wurde, eine Reincultur von Choleravibrionen darstellte. Auch schon vorher, nach 24 Stunden, unterschieden sich die Röhrchen makroskopisch von einander. Die rothen Blutkörperchen hatten sich in allen Proben zu Boden gesenkt. In a a_1 und b b_1 blieben dieselben hellroth, behielten die Farbe des arteriellen Blutes bei, während sie sich bei c, c_1 und d d_1 dunkel färbten, und zwar war deutlich ein dunkler etwa 2 mm breiter Saum zu sehen, der sich gegen die hellrothgebliebene Kuppe des Reagenzglases abhob, ein Beweis, dass die in der Nähe der Oberfläche sich

entwickelnden Choleravibrionen von oben her allmählich den Sauerstoff der rothen Blutkörperchen verbrauchten.

Es ist durch die übereinstimmenden Resultate der vorstehenden Versuche als bewiesen zu erachten, dass der Typhusbacillus und der Choleravibrio durch ihre eigenen Stoffwechsel- und Zerfallsproducte den Alexinen des Blutes gegenüber eine Unterstützung erfahren. Welcher Art ist aber diese Unterstützung? Haben wir uns vorzustellen, dass die Bacterien selbst eine Kräftigung erfahren, etwa durch eine zerstörende Einwirkung der Zersetzungsstoffe auf die rothen Blutkörperchen, wodurch die Ernährungsbedingungen für die Bacterien günstiger gestaltet und diese in ihrem Widerstand gegen die Alexinwirkung unter stützt werden könnten? Oder handelt es sich anderseits um eine directe Schädigung der bacterienfeindlichen Alexine durch die Zersetzungsproducte der Bacterien?

Um diese Frage zu entscheiden, mussten beim Versuch die rothen Blutkörperchen ausgeschaltet, es musste noch ein Versuch mit activem, möglichst frisch entzogenem Serum unter übrigens gleichen Bedingungen, d. h. mit Zusatz von Zersetzungsflüssigkeit, angestellt werden.

IV. Versuch.

Kaninchen Serum. Choleravibrionen. Anordnung im übrigen wie beim I. Versuch. Als Zersetzungsflüssigkeit diente eine 14 Tage alte, bei 60° sterilisirte und filtrirte Cultur von Choleravibrionen.

Inhalt der Proben	Colonienzahlen			
	sofort nach Aussaat	nach 2 Std.	nach 5 Std.	nach 24 Std.
a } 2 ccm Serum + 2 ccm Pepton-Bouillon	8 928	1 153	86	18 724
a_1 }	13 144	3 480	52	23 684
b } 2 ccm Serum + 1 ccm P.-Bouillon + 1 ccm Zersetzungsflüssigkeit	8 928	8 556	180 000	unzählige
b_1 }	6 696	5 952	190 000	»
c } 2 ccm Serum + 2 ccm Zersetzungsflüssigkeit	10 292	13 888	52 825	»
c_1 }	13 144	11 284	35 216	»
α wie a, auf 55° erhitzt, inactiv . .	12 648	—	33 728	»
β » b, » » » » . .	14 994	—	169 000	»
γ » c, » » » » . .	24 304	—	137 000	»

Der vorstehende Versuch lehrt, dass auch im *Serum* der Vorgang der Bacterienabtödtung wesentlich in gleicher Weise durch Zusatz von Zersetzungsproducten gehemmt wird, wie im Blute. Namentlich die 5stündigen Colonienzahlen von a a_1, gegenüber von b b_1 lassen diesen Unterschied auf's schärfste erkennen, während zugleich die wiederum geringeren 5stündigen Colonienzahlen von c c_1, gegenüber jenen von b b_1 zeigen, dass ein reicherer Gehalt an Zersetzungsstoffen die Bacterien keineswegs direct begünstigt, aus Gründen, die ja ohne Weiteres einleuchten.

Wir dürfen somit das Gesammtresultat der angestellten Versuche dahin deuten, nicht dass die Bacterienzellen durch ihre eigenen Zersetzungsstoffe direct begünstigt, sondern *dass die Alexine des Blutes durch dieselben geschädigt werden.* Die Labilität der Alexine kommt also nicht nur der höheren Temperatur, dem Lichte, dem Wasser, den Alexinen fremder Thierspecies, sondern auch gewissen Producten der bacteriellen Thätigkeit gegenüber zum Ausdruck.

Diese Thatsache wird also jedenfalls in Betracht zu ziehen sein, wenn es sich um die Erklärung des Umstands handelt, dass bei einer *grossen* Aussaat von Bacterien der Widerstand der Alexine um so viel leichter überwunden wird, als bei einer kleinen Aussaat. Ob aber die grössere Bacterienzahl lediglich durch die vermehrte Menge ihrer Ausscheidungs- und Zerfallsproducte wirkt, oder ob wir uns doch noch andere, vitale Eigenschaften der Bacterienzelle, über deren Natur allerdings vorläufig sich gar nichts sagen liesse, zu denken haben, welche zur Paralysirung der Alexine beitragen, das lässt sich nach den bisherigen Untersuchungen nicht entscheiden. Wenn wir allerdings bedenken, dass schon der Zusatz einer grossen Oese von bacterienhaltiger Flüssigkeit in der Regel genügt, um im Verlauf von etwa 7—8 Stunden die bacterienfeindliche Wirkung von einigen Cubikcentimetern Blut aufzuheben, dann muss es sehr auffallend erscheinen, dass, obwohl wir eine ganz unverhältnismässig viel grössere Menge von Zersetzungsstoffen, als diese in der grossen Oese enthaltenen Keime während dieser 8 Stunden

produciren können, zu unseren Proben zugesetzt haben, trotzdem in zwei Fällen eine anfängliche, über mehr als zwei oder gar über mindestens 5 Stunden sich erstreckende Abnahme der Keimzahl zu constatiren ist. Das kann nur so erklärt werden, dass entweder ausser den Zersetzungsstoffen noch andere Momente wirksam sind, um die Alexine zu verändern, oder aber, dass wir uns diese Zerstörung der Alexine durch die Zersetzungsstoffe nicht als einen Act vorzustellen haben, der mit der Promptheit einer chemischen Reaction verläuft, sondern der erst nach und nach sich vollzieht, so dass die Anfangs noch wirkungskräftigen Alexine noch schädigend auf die Bacterien einzuwirken vermögen.

Welches die gegen die Alexine wirksamen Stoffe sind, die Stoffwechselproducte, die Ptomaine und Toxalbumine, oder aber die Leibessubstanzen der Bacterien selbst, die Bacterien-Protëine, das entzieht sich ebenfalls der Entscheidung nach den vorliegenden Versuchen; es wird überhaupt sehr schwer sein, eine diesbezügliche Entscheidung zu fällen. Indessen ist diese Frage auch von geringerer Bedeutung, denn wo immer es sich um den Kampf zwischen den Stoffen des Blutes und Bacterien handelt, da sind beiderlei Arten von Stoffen vertreten. Dies gilt besonders auch für jede Infection.

Für das Verständnis der Infection ist die Thatsache, dass die Schutzstoffe des Blutes von den Zersetzungsstoffen der Bacterien geschädigt werden, nicht ohne Bedeutung. Betrachten wir z. B. eine Infection mit Staphylokokken, eine locale Eiterung, einen Furunkel. Von diesem localen Herde aus werden ganz sicher Zersetzungsstoffe der Kokken in's Blut resorbirt. Solange diese Zersetzungsstoffe nicht in zu grossen Mengen resorbirt werden, vernichten sie zwar die Wirksamkeit einer bestimmten Menge von Schutzstoffen, werden aber dann eliminirt, durch die Nieren ausgeschieden, ohne grossen Schaden angerichtet zu haben, denn durch die Lebensthätigkeit des Organismus wird die verbrauchte Aleximmenge in gewisser Zeit wieder ersetzt. Werden aber innerhalb einer bestimmten Zeit eine sehr grosse Menge von Zersetzungsstoffen in die Blutbahn aufgenommen, was z. B. bei einer Eiterung in einem sehr lockeren Gewebe vorkommen

kann, so kann es soweit kommen, dass die Schutzstoffe völlig verbraucht sind, ohne dass rasch genug neue gebildet werden: Jetzt ist der Organismus schutzlos, wenn jetzt eine Verschleppung von Staphylokokken an von dem localen, primären Herd entlegene Stellen statthat, was naturgemäss auch viel leichter erfolgen kann, dann treten dort wiederum Eiterungen auf, und wir haben dann jene stürmisch einsetzenden Erscheinungen der Pyaemie, die uns bei oft geringfügigen localen Eiterungen, ohne dass local eine Verschlimmerung eingetreten wäre, in Erstaunen setzen.

Durch das Thierexperiment dürfte diese Annahme, die vorher nur Anspruch auf wahrscheinliche Richtigkeit hat, eine beweisende Stütze erhalten.

Wenn auch bisher blos zwei Bacterienarten, Typhus und Cholera, in der besprochenen Weise untersucht sind, so ist es doch mit aller Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass auch andere Arten gleiche oder doch ähnliche Verhältnisse zeigen.

Das Trinkwasser von Metz und Umgebung.

Von

Dr. **Holz**,
Korps-Stabsapotheker.

(Mit 1 Karte.)

Wenn man von dem kleinen Städtchen Ars a/M. nach Jouy-aux-Arches geht, erblickt man auf beiden Seiten der Mosel grosse Rundbogen zwischen den Weinbergen von Ars und den Häusern von Jouy in die Lüfte ragen. Es sind dies die Ueberreste[1]) der ersten Metzer Wasserleitung, die von den Römern angelegt worden ist, welche die Quellen von Gorze, in der Luftlinie 15 km von Metz entfernt, in einem gemauerten Kanal mit gleichmässigem Gefälle nach der Stadt führten.

Die Leitung zog sich von Gorze, den Thalhängen des Gorzebachthals entlang als unterirdischer gemauerter Kanal von 1,20 m Breite und 1,80 m Höhe, dann über Novéant moselabwärts bis gegenüber von Jouy, von wo sie mittelst eines Aquäducts das Moselthal rechtwinklig überschritt und zog hierauf am Hange des rechten Moselufers wieder theils als unterirdischer Kanal, theils als oberirdischer Aquäduct bis nach Metz. Aus der Karte ist die Lage der Leitung zu ersehen.

Sowohl von der unterirdischen Leitung als auch von dem Moselthal-Aquäduct sind noch zahlreiche Theile vorhanden. Die oben erwähnten Ueberreste des Aquäducts zwischen Ars und

1) Technischer Führer durch Metz vom Polytechn. Verein Metz, S. 77.

Jouy, 9 Pfeiler auf dem rechten, 17 Pfeiler auf dem linken Ufer, verbunden durch Rundbogen von 6 bis 6,5 m Weite und bis zu 18 m Höhe, fallen wohl am meisten in die Augen. Die Höhe der Bogen über dem Moselwasserspiegel betrug ungefähr 25 m. Das Bett für den Lauf des Wassers war mit Cement aus rothem Ziegelmehl von 5 bis 8 cm Stärke gedichtet, was an den noch erhaltenen Theilen deutlich zu erkennen ist.

An den beiden Endpunkten des Aquäducts waren cementirte Bassins, welche die unterirdische Leitung mit der oberirdischen in Verbindung setzten, von denen das von Jouy noch gut erhalten ist.

Was die Erbauung[1]) dieser Wasserleitung anbetrifft, so lässt sich dieselbe historisch nicht nachweisen. Nach einer Anschauung wird der Bau an den Beginn des 1. Jahrhunderts n. Chr. und zwar mit seinem Anfange in die Zeit des Kaisers Augustus verlegt, eine andere Version lässt ihn im 4. Jahrhundert unter Constantin und seinen Nachfolgern entstehen.

Auch über die Zeit des Zerfalls[2]) dieses grossen Werkes finden sich keine genauen Anhaltspunkte; wahrscheinlich wurde es durch die Hunnen im Jahre 451 zerstört und verfiel nach und nach. Jedenfalls waren die Leitung und der Aquäduct im 9. Jahrhundert schon Ruinen.

Bis zum 15. Jahrhundert scheint Metz sich gänzlich mit Brunnen- und Moselwasser beholfen zu haben. In diesem Jahrhundert wurde eine Leitung von Sablon nach dem St. Nicolausspital gelegt, welche mit verschiedenen Aenderungen noch heute besteht. Die Quellen liegen in den Gärten von Sablon zwischen Kirche und Kapellenstrasse.

Die Leitung speist ausser dem Spital auch den Brunnen am Eingang der Brunnenstrasse in Metz und das Priesterseminar in der Asfeldtstrasse. Dieselbe kann jedoch auch abgesperrt und an die Gorzer Leitung angeschlossen werden, was wohl meist der Fall zu sein scheint.

1) Jahresbericht des Vereins für Erdkunde, Metz 1882, Kollm, Die Quell- und Grundwasserverhältnisse von Metz und Umgebung, S. 91.

2) Technischer Führer von Metz vom Polytechn. Verein, S. 78.

Ich habe mehrere Male Proben aus dem öffentlichen Brunnen an der Brunnenstrasse entnommen, aber immer Gorzer Wasser erhalten, und als ich zum ersten Male in das Hospital kam und Wasser aus der Sabloner Leitung haben wollte, konnte ich es auch nicht bekommen. Es wurde mir dann zugesandt; daher fehlt die bacteriologische Untersuchung. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung sind in Tabelle IV unter Nr. 62 aufgeführt. Das Wasser ist sehr hart und wie alles Grundwasser in Sablon verunreinigt.

Im Jahre 1679 liess die Stadt eine Quellleitung aus Holzröhren von Luzerailles bei Jouy bis nach dem Heiligkreuzplatz anlegen, welche aber 1705 wegen der grossen Unterhaltungskosten und häufigen Unterbrechungen einging.

In den Jahren 1732 bis 1737 wurden die Quellen von Scy und Lessy, welche auch heute noch einen Theil der jetzigen Wasserversorgung bilden, nach Metz geleitet.

Von dieser Zeit an bis zum Jahre 1850 war man mit Entwürfen für eine reichlichere Wasserversorgung von Metz beschäftigt, und die Idee, die Gorzer Quellen hierzu zu benutzen, tauchte immer wieder von Zeit zu Zeit auf; aber erst in den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts wurde ernstlich Hand angelegt. Im Jahre 1853 wurde der damalige Stadtbaumeister Vandernoot mit der Aufstellung eines Entwurfes beauftragt, im Jahre 1865 die heutige Leitung in Betrieb gesetzt.

Die benutzten Quellen, die Bouillonquelle (x) und die Quelle von Parfondval (y) sind dieselben wie diejenigen, welche die Römer nach Metz geleitet hatten. Sie entspringen in zwei durch den Mousa-Berg getrennten Thalsenkungen bei Gorze im Doggerkalk, welcher an diesen Stellen eine bedeutende Verwerfung zeigt, welch' letztere wahrscheinlich die starke Quellenbildung veranlasst hat. Die Quellfassung von Bouillon besteht aus einer 268 m langen Sammelgallerie mit durchlässigen Wänden, der Quellenteich ist nicht überdacht, liegt frei und offen da. Die Parfondvalquelle ist in einer einfachen Brunnenstube gefasst.

Nachdem auf eine kurze Strecke die altrömische Gallerie benutzt worden ist, wird sie längs der Thalgehänge verlassen.

Die jetzige Leitung (siehe Karte) geht meist im Tunnel in ziemlich gerader Richtung bis an das nördliche Ende von Longeville; oberirdisch werden überschritten: das Mance-Thal bei Ars und vermittelst Heber in doppelter Druckrohrleitung der Thaleinschnitt bei Vaux und das Monvaux-Thal zwischen St. Ruffine und Chazelles. Unterwegs werden noch die oben erwähnten Quellen von Scy und Lessy in die Leitung aufgenommen. Von Longeville aus führen zwei gusseiserne Hauptröhren von 35 cm Durchmesser in die Stadt bis über die Moselbrücke, von wo dann die beiden Stränge sich theilen und in geschlossener Kreisleitung durch den Hochbehälter, welcher zwischen der Franziskaner- und Naglerstrasse liegt, fliessen. Diese Kreisleitung geht über die Hochstein-, Esplanaden-, Post-, Ziegen- und Judenstrasse durch den Hochbehälter und hierauf von da über die Metzgerstrasse, Felix-Marechalstaden, Fasanenstrasse zur Mittelbrücke zurück. Die übrigen Vertheilungsröhren von 4—25 cm Lichtweite zweigen von den Hauptröhren von 35 cm und vom Hochbehälter ab.

Der Hochbehälter ist zweistöckig erbaut; das Wasser der Leitung ergiesst sich in den oberen Behälter, von wo das überschiessende Wasser in den Unterbehälter fällt.

Von diesem Unterbehälter wird ein Theil der niedriger gelegenen Stadttheile gespeist, während die Leitungen der Oberstadt mit dem Oberbehälter und den Hauptdruckrohren in Verbindung stehen. Die vorhandene Druckhöhe reicht leider nicht hin, um das Leitungswasser bis in die obersten Stockwerke der Oberstadt zu drücken. Um aber bei Brandfällen auch hier noch genügenden Druck für die Hydranten zu haben, ist ein Wasserthurm, welcher 16 m höher ist als das Niveau des Oberbehälters, erbaut.

Durch den Fall des Wassers von dem Ober- in den Unterbehälter sollte ein hydraulischer Widder bewegt werden, der den Zweck hatte, einen Theil des herabfallenden Wassers in den Wasserthurm zu drücken. Wegen der starken Erschütterungen aber, die der Widder erzeugte, wurde derselbe später durch eine kleine Turbine ersetzt, welche das Heben des Wassers in den Wasserthurm zur Zufriedenheit besorgt.

Die Sohle des Sammelstollens in Gorze liegt auf 205,10 m, der Beginn der Druckrohrleitung in Longeville auf 195,63; der Wasserspiegel des unteren Wasserbehälters in Metz auf 184,90, der des oberen auf 190,90 und der des Wasserthurms auf 207,50 Meereshöhe auf NN. bezogen.

Die Länge des gesammten Rohrnetzes beträgt 27,5 km. Die Wasserabgabe beträgt durchschnittlich 22,2 Millionen Cubikmeter im Jahre.

Die Ergiebigkeit der Quellen ist eine sehr wechselnde, sie steigt in der nassen Jahreszeit auf weit über 15000 cbm in 24 Stunden, ist aber in der trockenen Jahreszeit zuweilen bis auf 3000 cbm gesunken.

Seit Januar 1892 habe ich das Wasser der Leitung fast allmonatlich untersucht. Die Proben wurden aus der Leitung in meiner damaligen Wohnung, Pariserstrasse 2, von mir entnommen. Kalk, Magnesia (diese beiden immer doppelt) und Schwefelsäure wurden gewichtsanalytisch bestimmt, der Kaliumpermanganatverbrauch nach der Methode von Kubel, Chlor titrimetrisch, abgedampft wurden immer 250 ccm Wasser.

Zur bacteriologischen Untersuchung wurde 1 ccm Wasser in alkalische Koch'sche Gelatine gebracht, in Petri'sche Schalen gegossen und am 5. Tage die entwickelten Keime gezählt.

Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle I zusammengestellt. Wie man aus denselben ersieht, bleiben sich nur Chlor und Salpetersäure immer gleich, sowohl die übrigen anorganischen Bestandtheile als auch der Gehalt an organischen Substanzen und Keimen sind häufigen Schwankungen unterworfen.

Worauf der Wechsel an festen Stoffen in dem Wasser beruht, lässt sich schwer sagen, vielleicht ist derselbe durch die verschieden grosse Ergiebigkeit der Quellen zu verschiedenen Zeiten bedingt.

Der schwankende Gehalt an organischen Substanzen und Keimen muss auf die unzulängliche Fassung der Bouillonquelle — dieselbe liegt, wie schon oben gesagt wurde, offen da, ist nicht überdacht — zurückgeführt werden. Das offene Bassin war z. B. im November 1892 voller Wasserpflanzen und Ober-

stabsarzt Prof. Dr. Pfuhl fand bei einer Besichtigung im Jahre 1895 auf dem westlich der Quelle befindlichen Bergabhang grosse Mengen Bauschutt abgeladen. Bei Regenwetter wird derselbe durch das Regenwasser ausgelaugt werden und letzterer als Schmutzwasser den Abhang hinablaufen. Da zwei Mauern sich zwischen Abhang und Quellenteich befinden, so kann das Schmutzwasser zwar nicht direct in den letzteren hineinlaufen, wohl aber wird es von einem kleinen Bach aufgenommen, von dem sich ein seichter Graben, der mitten durch das Quellenterrain führt, abzweigt.

Eine weitere Gefahr besteht darin, dass in einem Abstand von ca. 3,5 m parallel der Sammelgallerie der Abzugscanal, in welchen das überschüssige Wasser des Quellenteichs abgeleitet wird, sich befindet. Dieser Abzugscanal mündet in einen Bach, an welchem sich ein öffentliches Waschhaus befindet. Bei Anstauungen des Baches tritt das Seifenwasser in den Abzugscanal und kann durch die nur ca. 3,5 m breite Erdschicht in die aus Trockenmauerwerk aufgeführte Sammelgallerie hineindringen.

Wie das Kgl. Sanitätsamt des XVI. Armee-Korps mittheilte, beabsichtigt die Bürgermeisterei-Verwaltung der Stadt Metz, diese Mängel zu beseitigen und dauernd zu verhüten.

Bereits im November 1892 habe ich auf den zweiten von Pfuhl erwähnten Punkt aufmerksam gemacht, mit welchem Erfolg, ersieht man daraus, dass sich im Jahre 1895 noch dieselben Verhältnisse vorfanden.

Der höchste Keimgehalt fand sich nach grossen Regengüssen und schnell eingetretenem Thauwetter am 2. Februar 1893.

Ueberhaupt machen sich Witterungseinflüsse in dem Wasser häufiger bemerkbar; dasselbe ist dann durch einen feinen scharfen Sand getrübt. So war eine Trübung bei trockenem Wetter nach einem Sturm im Sommer 1893 eingetreten und nach dem grossen Hagelunwetter im Sommer 1895 wurde in den Metzer Zeitungen über Trübung des Leitungswassers wiederum Klage geführt.

Eine ordentliche Fassung der Bouillonquelle ist unumgänglich nothwendig, sie lässt sich nicht umgehen und hätte bei der

allgemeinen Bekanntgabe der Anforderungen, welche die Hygiene heute an ein einwandfreies Trinkwasser stellen muss, schon längst geschehen müssen, so schwierig auch die Verhältnisse dadurch sein mögen, dass aus dieser Quelle der Stadt Gorze Wasser abzugeben ist.

Bei dem zeitweisen Mangel an Wasser, durch die wechselnde Ergiebigkeit der Quellen verursacht, ist die Stadtverwaltung gegenwärtig mit Untersuchungen beschäftigt, wie diesem Uebelstand abzuhelfen ist.

Vorläufig muss der Wasserverbrauch im Sommer mitunter eingeschränkt werden, ein Theil der Bewohner von Metz behilft sich noch mit Brunnenwasser (wird es wohl auch später noch benützen) und bis November 1893 waren auch sämmtliche Vororte von Metz auf Brunnen angewiesen.

Bei den soeben erwähnten Erwägungen der Stadt und der grossen Wichtigkeit, welche auch der Versorgung der um Metz befindlichen Orte mit gutem Trinkwasser nicht nur von den Gemeinden, sondern auch von den militärischen Behörden beigelegt wird, erschien es mir angebracht, das Wasser von Quellen und Brunnen in und um Metz, so weit als angängig, einer näheren Untersuchung zu unterziehen. Ich musste mich hierbei aber darauf beschränken, die chemischen und bacteriologischen Untersuchungen anzufertigen. Die Beschreibung der Brunnen konnte nur kurz ausfallen, da die Auskunft, welche ich erhielt, häufig genug nur recht mangelhaft war, ein genaues Eingehen auf die Brunnenverhältnisse von den Eigenthümern nicht gewünscht wurde oder häufig genug auch gar nicht gegeben werden konnte.

Wenn ich die Untersuchungen dennoch ausführte, so leitete mich hierbei der Gedanke, dass in genau und sorgfältig ausgeführten chemischen und bacteriologischen Untersuchungen von zahlreichen Wasserproben wenigstens Anhaltspunkte gewonnen sind, welche häufig genug doch erwünscht sein können bei Neuanlagen von Brunnen, Gebäuden etc. Ich bin mir wohl bewusst, dass chemische und bacteriologische Untersuchungen von Wässern allein für die Beurtheilung letzterer nicht maass-

gebend sein können, dass vor allen Dingen eine genaue Kenntnis der Wasserentnahmestellen, ihrer Umgebung und des Untergrundes von grösster Wichtigkeit für die Beurtheilung ist. Nur die Kenntnis all dieser Factoren, oft eine wiederholte Untersuchung des Wassers und Erfahrung ermöglichen es uns, mit Sicherheit die Güte eines Wassers festzustellen.

Die Proben für die Untersuchungen sind fast immer von mir selbst entnommen worden, wo dieses nicht geschah, fehlt die bacteriologische Untersuchung. Ebenso sind die Untersuchungen alle von mir persönlich ausgeführt worden nach den schon oben erwähnten Methoden. Salpetersäure wurde nach der Methode von Marx, salpetrige Säure mit Jodzinkstärkelösung, Ammoniak mit Nessler und das Eisen titrimetrisch bestimmt.

Bevor ich nun auf die erhaltenen Ergebnisse näher eingehe, sei ein Blick auf die geologischen Verhältnisse von Metz und Umgebung geworfen.

Lothringen[1]) bildet bekanntlich einen Theil der oberrheinischen Bodenbildung, die ihre Wurzeln in den Alpen hat und sich fächerartig gegen Norden ausdehnt. Der westliche und allmähliche Abfall der Vogesen und das von den Vorbergen gebildete, von tiefgespaltenen Thälern durchschnittene Bergland führt zu dem Plateau von Lothringen, dessen Grenzen im Westen die Argonnen, im Norden das rheinische Schiefergebirge bilden.

Bei Metz wird das Terrain durch das ca. 3—4000 m breite Thal der im allgemeinen von Süden nach Norden fliessenden Mosel in zwei Hauptabschnitte getheilt, einen östlichen und einen westlichen, beide bergig, aber in ihrem Charakter wesentlich verschieden.

Im östlichen Abschnitt, auf dem rechten Moselufer, sind zunächst zwei durch das Seillethal getrennte, vom Donon herkommende Hügelketten zu unterscheiden. Die südliche zieht sich zwischen der Seille im Norden, der Meurthe und Mosel im Süden hin und steigt nach dem Ueberschreiten der deutschen

1) 5. Jahresbericht, Verein für Erdkunde, Metz 1882, Kollm, Die Quell- und Grundwasserverhältnisse von Metz und Umgebung.

Grenze bis zu der 396 m hohen côte de la Rique bei Arry, resp. dem 385 m hohen St. Blaise-Berg bei Jouy-aux-Arches, von wo aus ein ziemlich schneller Abfall zur Ebene von St. Privat-Montigny führt, um schliesslich in der nochmaligen Erhebung zu endigen, auf welcher ein grosser Theil der Stadt Metz erbaut ist. Der höchste Punkt derselben liegt am Heilig-Kreuz-Platz + 190 m.

Die zweite, die nördliche Hügelkette, bildet die Wasserscheide zwischen der Seille und der Nied und erreicht, zwischen Metz und Kurzel sich hinziehend, das Plateau von St. Barbe — bis zu + 313 m hoch —, dessen westliche Ausläufer — die Höhen von Mercy bei Metz, von Queuleu, Belle-croix und St. Julien — die Stadt im Osten und Nordosten einschliessen.

Während die Höhenzüge des rechten Moselufers im allgemeinen langsam ansteigen (mit Ausnahme der Höhen von St. Julien), trägt der Höhenzug auf der linken Seite der Mosel einen ganz anderen Charakter. Derselbe erhebt sich ziemlich steil und felsig mit seinen östlichen Hängen über die Mosel und geht dann in ein Hochplateau über, das sich bis zur Orne erstreckt und im Norden bei Rombach endigt. Scharf profilirte Querthäler — so das Thal des Gorzebaches, des Mance-Baches, das Monvauxthal — zerschneiden den östlichen Höhenrand des Plateaus in mehrere langgestreckte Höhenrücken.

Entsprechend der Eigenartigkeit und Verschiedenheit seiner Reliefverhältnisse zeigt die Umgebung von Metz auch in ihren einzelnen Abschnitten wesentlich verschiedenartige geologische Beschaffenheit.

Im allgemeinen charakterisirt sich das lothringische Plateau durch die meist sanft geneigten, constant abgelagerten Kalkgebilde der Trias- und Jura-Formation. Von dieser haben sich jedoch an dem Aufbau der Umgegend von Metz, mit Ausnahme eines kleinen Streifens vom oberem Keuper, der sog. »Rhätischen Schichten«, welche am Fusse des Nordabhanges des Vallières-Thales zu Tage treten, hauptsächlich nur Glieder der Jura-Formation betheiligt. Und zwar finden wir auf dem rechten Moselufer, namentlich in dem nördlichen Abschnitt zwischen

Seille und unteren Mosel, die unterste und älteste Etage des Jura, den »schwarzen Jura« oder »Lias« zu Tage treten, der vorwiegend aus Mergel- und Thonschichten besteht.

Auf dem linken Moselufer hingegen bildet der Lias nur die Basis des Plateaus, auf welcher sich die zweite Etage des Jura, der »braune Jura oder Dogger« aufbaut, der, soweit die Metzer Umgegend in Frage kommt, in seinen unteren Partieen aus Thonen und Sandsteinen zusammengesetzt ist; als Einlagerungen finden sich an den verschiedenen Orten z. B. in Ars a/M. ausgebeutete Eisenerze, Minette genannt. Diė oberen Schichten des Doggers sind dagegen vorwiegend kalkig entwickelt. Ein in landschaftlicher Beziehung besonders hervorstechendes Glied ist der »Korallenkalk«, dessen schwer zerstörbare Gesteine den Plateaurand des linken Moselufers umsäumen.

Während die Thone und Mergel des Lias den Grund zu dem fruchtbaren Moselthal abgeben, zeigt das vom Dogger gebildete Plateau des linken Moselufers ein sterileres Gepräge, welches in engem Zusammenhange mit dem Zurücktreten der Mergelschichten und dem Auftreten des festen Gesteins steht, das den Dogger charakterisirt.

Ein Uebergreifen des Dogger-Plateaus auf das rechte Moselufer findet sich nur im Süden von Metz am St. Blaise bei Corny.

Wenn auch im Allgemeinen die nahezu horizontale Lagerung aller Schichten in den verschiedenen Formationen bei Metz die Regel ist, so sind im Einzelnen jedoch verschiedene Unregelmässigkeiten in der Lagerung zu bemerken (Verwerfungen).

Ich berühre von den lokalen Verwerfungen nur eine, welche die Stadt Metz selbst in der Richtung von Nordost nach Südwest durchschneidet. Sie verläuft am Nordwestabhang der alten Busendorfer Strasse, geht hart an den östlichen Häusern von St. Julien hin, durchsetzt die Stadt unterhalb der Kathedrale und lässt sich von dort, das Moselthal überschreitend, über Ars und Gorze, hier, wie schon oben erwähnt, wahrscheinlich die starke Quellenbildung veranlassend, bis an die Landesgrenze verfolgen.

Zwischen den beiden vorerwähnten, auf dem rechten resp. linken Moselufer zu Tage stehenden Formationsgliedern des Juras ist in der Mosel- und Seilleniederung das Diluvium und Alluvium gelagert.

Das aus Sand und Kies bestehende »Diluvium«, das seinen Ursprung in dem inneren Kern der Vogesen hat, kommt besonders in dem breiten Moselthal zwischen Metz und Diedenhofen, sowie auf der flachen Erhebung zwischen der oberen Mosel, der Seille und dem Fuss der von der Ruine St. Blaise gekrönten Bergkette vor.

Die Oberfläche der Niederungen bildet das Alluvium. Im Moselthale bestehen die jüngsten Anschwemmungsgebilde[1]) aus einem braun gefärbten, vielfach mit Geröllen untermischten, lehmigen Sand.

Derselbe überlagert die den Untergrund des Thales bildenden Kies- und gröberen Sandmassen gewöhnlich in einer nur wenige Dezimeter bis 1 m mächtigen Schicht.

Wie gestalten sich nun bei der geschilderten geologischen Beschaffenheit des Terrains die Quell- und Grundwasserverhältnisse in den verschiedenen Abschnitten?[2])

Bei den verhältnismässig mit grosser Regelmässigkeit herrschenden geologischen Verhältnissen muss die Vertheilung des unterirdischen Wassers weniger Zufälligkeiten, als vielmehr einfachen und unabänderlichen Gesetzen unterworfen sein, bedingt durch das den einzelnen Gesteinsarten und Schichten verschieden anhaftende Vermögen der Wasserführung.

So finden wir zunächst, dass die Liasformation im Allgemeinen arm an Quellen ist. Erst der unter dem Lias liegende rhätische Sandstein führt in einer aufgelagerten rothen Thonschicht reichliches Wasser und gibt nach Kollm einer Menge ziemlich guter Quellen und Brunnen ihr Entstehen, z. B. der Quelle bei der Mühle von Vantoux.

1) Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte des westl. Deutsch-Lothringen von E. Schumacher, G. Steinmann und L. van Werweke, S. 77.

2) Kollm, a. a. O.

Leider kam mir die Arbeit von Kollm erst während meines Wegzuges von Metz zu Gesicht, so dass ich diese Quelle bei meinen Untersuchungen nicht berücksichtigen konnte.

Zur Förderung des Wassers aus der Liasformation ist gewöhnlich die Anlage von Brunnen erforderlich. Von diesen sind mehrere untersucht worden.

Die Brunnen in und um Metz sind immer Kesselbrunnen, welche meist durch die wasserführenden Schichten in Trockenmauerwerk, darüber in Mörtel mit Bruchsteinen, wie sie die Gegend gerade gibt, aufgebaut sind. Am häufigsten werden Jaumont-Steine (ein gelber Kalkstein) dazu verwendet, nur um Vallières, les Bordes, St. Julien auch Liaskalkstein.

Die besten Abdeckungen sind in Hausteinen ausgeführt, die gut vermauert sind, nur zu häufig aber ein Mannloch haben, das nur mit einer Platte von Stein oder Eisen zugelegt ist und so an den Rändern einen Zufluss von Unrath nicht verhindert. Viel öfter besteht die Brunnenabdeckung aus Holzdeckeln, die nur äusserst mangelhaft schliessen, Brettern mit Spalten, durch welche man bequem eine Hand stecken kann, seltener fand ich Deckel von Blech. Nur zu häufig war die unmittelbare Umgebung der Brunnen in erschreckender Weise vernachlässigt, äusserst unsauber; aber auch das Gegentheil kam vor, ein fast ängstlich zu nennendes Bestreben, alles von dem Brunnen fern zu halten, was ihn verunreinigen könnte.

Leider wird es wohl noch längere Zeit dauern, bis den oben erwähnten Uebelständen abgeholfen werden wird. Nur zu oft wurde mir bei Unterredungen erwidert, dass ja die Leute bei dem Wasser 70 und 80 Jahre alt würden. Dass aber in der Blüthe der Jahre vom Typhus so und so viele jährlich dahingerafft werden, daran wird nur zu wenig gedacht!

Viel ist in ganz Lothringen für gemeinschaftliche Waschhäuser gesorgt worden, zu welchen das Wasser aus nahe gelegenen Quellen geleitet wird. Die Quellen sind in ganz einfachen Brunnenstuben gefasst, von welchen das Wasser in eisernen Röhren zu den fast immer in den Boden tief eingebauten Waschbassins geleitet wird. Das Wasser läuft

gewöhnlich aus der Röhre in ein kleineres Becken, von hier durch einen Ueberlauf in ein grösseres Spülbecken für die bereits mit Seife etc. genügend behandelte Wäsche, von welchem es wiederum durch einen Ueberlauf in das eigentliche Waschbecken gelangt, welches das grösste von allen ist. Durch eine im Boden des Beckens befindliche verschliessbare Oeffnung wird das Schmutzwasser fortgeleitet. Von diesen Waschhäusern wird oft auch der Wasserbedarf der umliegenden Häuser gedeckt, was häufig als die einwandfreieste Wasserversorgung erscheint. Damit an 2 Stellen zu gleicher Zeit Wasser entnommen werden kann, floss bei einigen Waschhäusern das Wasser in eine T-förmige offene Blechrinne und erst von da in die Becken. Letztere ist nicht einwandfrei, da in dieselbe nur zu häufig Wasch- und Spülwasser spritzt.

In Tabelle IV sind unter 1—37 die Ergebnisse von Wasseruntersuchungen aus der Liasformation angegeben. Die Brunnen von 1—18 liegen wohl im Kalkstein oder führen durch denselben, während die übrigen meist Oberflächen-Brunnen sind, nur durch Schichten von Lehm mit Sand gehen, seltener kleinere Schichten von blauen Mergeln durchschneiden, die etwa eine Mächtigkeit von 8—30 cm haben. Die Wässer sind durchweg hart, zum Theil sehr hart, dann reich an Gyps, oft enthalten sie viel Chlor und Salpetersäure, salpetrige Säure nur dann, wenn an der Fassung und Umgebung nicht alles in Ordnung war.

Bei den bacteriologischen Untersuchungen wurden trotz der vorgefundenen traurigen Umgebung mitunter verhältnismässig wenig Keime nachgewiesen.

Reichlicher finden wir Wasser in dem Diluvium, welches auf der von Mosel und Seille umflossenen Terrasse[1]) (die sich bis 30 m über dem Niveau der Mosel erhebt) entwickelt ist. Während die diluvialen Ablagerungen zwischen Metz und Diedenhofen im Moselthal nur selten eine Mächtigkeit von 2—5 m erreichen, werden sie hier 10—15 m mächtig und bedingen durch ihre Auflagerung auf den zähen und undurchlässigen Mergeln

1) Erläuterungen zur geolog. Uebersichtskarte des westl. Deutsch-Lothringen, S. 68.

des Lias die Bildung zahlreicher, längs des Terrassenrandes austretender Quellen.

Die Mergelschichten gehen hier über 70 m tief. So ist z. B. bei St. Privat versucht worden, dieselben zu durchbohren, was man aber bei einer Tiefe von 75 m aufgab.

Ueber die Beschaffenheit des Wassers, soweit das Terrain nicht bebaut und wenig bewohnt ist, geben die Analysen Nr. 38 bis 42 Aufschluss. Gegen dasselbe ist nichts einzuwenden.

Ganz anders wird es aber da, wo das Sabloner Becken bewohnt ist und bebaut wird, ganz besonders aber in den Ortschaften, die auf demselben liegen und auf der Strecke von Grange-aux-Ormes und St. Ladre bis nach Montigny-Sablon. Seit Menschengedenken wird hierhin von den Bewohnern Montigny's der gesammte Kehricht von Metz gefahren und auf den damit gedüngten Aeckern fast ausschliesslich Gemüsebau betrieben. Bei dem theilweise ganz ausserordentlich durchlässigen Terrain (so fanden sich nach mehrstündigem Abpumpen aus einem Bohrloch Tabelle IV Nr. 51 kaum 5 l Wasser auf den umliegenden Aeckern, das Wasser ging gleich in den Boden) konnte eine Verunreinigung des Wassers nicht ausbleiben.

Ueber die Zusammensetzung dieses Wassers geben die unter Nr. 43—64 verzeichneten Untersuchungsergebnisse Aufschluss. Hier zeigt sich durchweg eine bedeutende Erhöhung an festen Bestandtheilen, an Chlor, Salpetersäure und Schwefelsäure, häufig findet sich auch salpetrige Säure vor, bei gut gefassten und in der Umgebung rein gehaltenen Brunnen und Leitungen wenig Keime, sonst mehr. Oefter wechseln die festen Bestandtheile, wie Nr. 56 und 57 zeigen. Woher der hohe Gypsgehalt einiger Brunnen kommt, vermag ich nicht zu sagen, da ich über die bei der Brunnenanlage durchschnittenen Bodenschichten nichts erfahren konnte.

Reichlich Wasser findet sich natürlich auch im Alluvium von Mosel- und Seilleebene. Ich habe bei meinen Untersuchungen hauptsächlich die Gegend von Moulins und Longeville berücksichtigt, weil man längere Zeit davon sprach, bei einer Vergrösserung der Wasserversorgung von Metz eventuell auf das

Grundwasser der Ebene zwischen diesen beiden Orten am Fusse des St. Quentins zurückzugreifen. Erwähnt sei hier gleich, dass die ganze Ebene zwischen dem mit Reben bewachsenen St. Quentin und der Mosel nur etwa 1 km breit ist und durch das Hochwasser im Winter 1894 unter Wasser gesetzt worden war! Thatsächlich hat hier auch die Stadtverwaltung mehrere Bohrlöcher angelegt, indem an verschiedenen Stellen einfache Eisenröhren eingetrieben worden sind, aus welchen mit Hilfe eines kleinen Schöpfers aus Kupfer Proben entnommen wurden. Es sind unter 76—78 einige Analysenergebnisse aufgeführt.

Hierzu waren die Proben entnommen worden, nachdem das Wasser längere Zeit in den Röhren, welche mit eisernen Schrauben verschlossen worden waren, gestanden hatte. Ein richtiges Urtheil auf diese Weise zu erhalten, kann nicht erwartet werden, nur Anhaltspunkte über die festen Bestandtheile des Wassers in dortiger Gegend können durch die Analysen gewonnen sein. Fast in allen Proben, die in meine Hände kamen — es waren aus 12 Bohrlöchern — fand sich ein sehr grosser Eisenniederschlag.

Ueber die Beschaffenheit des Brunnenwassers aus dem Alluvium geben die Analysen unter 66—83 Aufschluss. Die unter 67, 68 und 69 aufgeführten Wässer wurden mir von Hausbewohnern zugestellt, daher fehlt die bacteriologische Untersuchung; über die Beschaffenheit der Brunnen konnte ich nichts erfahren. Den Untersuchungsresultaten brauche ich nichts hinzuzufügen.

Ganz besonders geeignet für die Quellenbildung zeigt sich die Doggerformation [1]) des linken Moselufers infolge des Wechsels von wasserdurchlassenden Kalksteinschichten und wasserdichten Thon- und Mergelschichten. Entsprechend dieser eigenthümlichen Schichtung sind auch drei Wasserschichten zu verfolgen. Einmal an der Basis der Formation, wo die mächtigen Sandstein- und Kalksteinlager auf der oberen Thonschicht des Lias lagern; hier finden sich sehr beträchtliche Wasseransammlungen, denen die Quellen des linken Moselufers ihr Wasser entnehmen. Schon aus der Lage der Wohnorte auf dem linken Moselufer kann

1) Kollm, a. a. O.

man gemeinhin auf die Vertheilung der unterirdischen Wasseransammlungen und der Quellen schliessen. So bezeichnet eine Reihe von Ortschaften, wie Vaux, Jussy, Lessy, Scy, Plappeville u. s. w. die ungefähr auf halber Höhe der steilen Hänge des linken Moselufers liegen, die Höhe dieser unteren Wasserschicht. Aus ihr werden auch die bekannten Quellen von Gorze und des Monvauxthales gespeist, welche Metz bezw. seine Vororte mit Wasser versehen.

Die zweite höhere Schicht des Doggers tritt mit ihren Quellen hauptsächlich an den nach der Orne abfallenden Rändern des Plateaus zu Tage; aus dieser Schicht entnehmen die auf dem Plateau selbst gelegenen Wohnorte, wie Gravelotte, Rézonville, Vionville u. s. w. ihr Wasser.

Der obersten, an Quellen ärmsten Schicht, verdanken schliesslich eine Menge von Teichen in der Nähe der Wasserscheide von Mosel und Maas zwischen Thiaucourt, Etain, Spincourt ihr Entstehen.

Bei meinen Untersuchungen musste ich mich auf die in der nächsten Nähe von Metz gelegenen Wasserentnahmestellen aus der zuerst erwähnten Wasserschicht des Doggers beschränken. Die Ergebnisse sind unter Nr. 84—96 mitgetheilt.

Gegen des Wasser kann, wenn die Entnahmestellen einwandfrei gefasst und die Leitungen in Ordnung gehalten sind, nichts eingewendet werden; es ist das beste Wasser, welches wohl bei Metz zu finden ist.

Aus dem oberen Lias kommen schliesslich eine grössere Reihe von eisenhaltigen Quellen, welche an der Basis desselben austreten. Auch einige Brunnen verdanken ihm ihr Wasser, es sind dieses z. B. die zu den Häusern hinter den Schiessständen bei Plappeville gehörigen Brunnen wie Nr. 99 der Tabelle IV, die Quellen bei Ars und die Bonne Fontaine Nr. 97 und 98.

Die schlechten Trinkwasserverhältnisse in Longeville, Ban St. Martin und Devant-les-Ponts brachten den Bauunternehmer Weiss auf den Gedanken, zwei bei Lorry gelegene Quellen zu fassen und das Wasser derselben nach diesen Orten zu leiten.

Mit Hilfe der Militärbehörde wurde dieser Plan im Jahre 1893 ausgeführt, nachdem sich auch eine Anzahl von Bewohnern der genannten Orte verpflichtet hatte, gegen eine bestimmte Abgabe ihren Bedarf an Trinkwasser etc. aus dieser Leitung zu decken.

Dem kaiserlichen Baurath Herrn Meliorations-Bauinspector Freiherrn von Richthofen verdanke ich Nachstehendes über diese Leitung.

Den beiden Quellen ist solange nachgegraben worden, bis sie in einer starken Ader aus der Tiefe des Berges hervorquollen. Sie sind dann in kleinen, einfachen, gemauerten Brunnenstuben gefasst.

Die eine der Quellen ist schon seit Jahren gefasst und wurde früher von Weiss lediglich zum Betriebe eines hydraulischen Widders benutzt, durch den ein Theil des Quellwassers 90 m hoch nach dem Hofe St. Georg, einer Besitzung des Weiss, getrieben wird; es ist dieses aber nur etwa 2% des Wassers.

Die Hauptmasse desselben wird beim Austritt aus dem Widder gleich wieder in einem eisernen Gehäuse aufgefangen, so dass eine Verunreinigung nicht eintreten kann und mittelst einer kurzen gusseisernen Leitung in eine kleine gemauerte Sammelkammer geführt, wohin die andere Quelle ebenfalls in einer gusseisernen Leitung geführt ist.

Von hier aus geht die Leitung nach dem Hochreservoir hinter Bonne Fontaine und dann nach den drei Ortschaften (siehe Karte).

Die Untersuchungen des Wassers, deren Ergebnisse in Tabelle II zusammengestellt sind, zeigen von der Güte desselben.

Auch in den Orten Montigny und Sablon hatte sich der Mangel an gutem Trinkwasser immer mehr fühlbar gemacht. Im Winter 1893/94 hatten dann mehrfache Berathungen in der Gemeindeverwaltung zu dem Entschluss geführt, eine Wasserleitung zu bauen und wiederum mit Unterstützung der Militärbehörde, deren stete Sorge die Beschaffung von einwandfreiem Trinkwasser ist, kam im Laufe des Jahres 1894 der Bau zur Ausführung. Am 1. December 1894 konnte die Leitung zum Theil in Betrieb gesetzt werden, jetzt ist sie ganz fertig.

Dieselbe wird von zwei Quellen im Monvauxthal gespeist. Das Wasser derselben wird in durchlochten Thonröhren gesammelt und nach zwei gemauerten Brunnenstuben geleitet. Von b aus, zu welcher Stube das Wasser von a in gusseisernen Röhren geführt wird, geht dann die Leitung durch die Orte Châtel — St. Germain und Moulins, hier auch Wasser abgebend, nach Montigny — Sablon (siehe Karte).

Ueber die Beschaffenheit dieses Wassers gibt Tabelle III Aufschluss. Auch gegen dieses Wasser lässt sich nichts einwenden.

So sehen wir denn, dass Metz und der grösste Theil seiner Vororte mit Wasser aus der Doggerformation versehen wird, und auch der Stadtverwaltung wird wohl nichts anderes übrig bleiben, als zur Vergrösserung ihrer Leitung wieder auf weitere Quellen dieser Formation zurückzugreifen.

Schliesslich ist es mir ein Bedürfnis, dem kaiserlichen Baurath Herrn Heidegger, welcher mich auch bei dieser Arbeit vielfach unterstützte, besonders durch Angaben über die Herkunft des Wassers für die Waschhäuser und kleineren Wasserleitungen, meinen besten Dank auszusprechen.

Tabelle I.

In einem Liter Wasser der Metzer Wasserleitung waren Milligramm:

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
20. I. 92	290	151	9,9	0	8,9	14,1	Spur	0	0,276	—
16. II. 92	300	152	10,4	0	8,9	17,1	»	0	0,273	—
17. III. 92	300	150	10,4	0	8,9	14,1	»	0	0,400	—
22. IV. 92	300	147,9	10,4	0	8,9	14,1	»	0	0,405	—
23. V. 92	310	152	10,4	0	8,9	14,1	»	0	0,338	—
20. VI. 92	300	151	10,4	0	8,9	14,1	»	0	0,335	—
11. VII. 92	300	150	10,4	0	8,9	14,1	»	0	0,335	—
27. IX. 92	288	142	11,0	0	8,9	14,1	»	0	0,324	—
18. X. 92	320	140	11,0	0	8,9	14,1	»	0	0,236	51

Fortsetzung zu Tabelle I.

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
21. XI. 92	310	144	10,4	0	8,9	14,1	Spur	0	0,301	396
28. XII. 92	308	143	8,7	0	8,9	14,1	»	0	0,117	13
28. I. 93	300	158	10,8	0	8,9	14,1	»	0	0,273[1])	—[2])
28. II. 93	301	151	10,2	0	8,9	14,0	»	0	0,232	63
29. III. 93	298	148	10,6	0	8,9	13,8	»	0	0,236	56
28. IV. 93	300	151	10,6	0	8,9	14,0	»	0	0,240	45
24. V. 93	300	149	10,8	0	8,9	14,0	»	0	0,232	53
20. VI. 93	298	151	10,4	0	8,9	14,0	»	0	0,230	56
1. VIII. 93	296	142	9,0	0	8,9	12	»	0	0,266	112
6. IX. 93	280	143	10,7	0	8,9	9	»	0	0,217	93
4. X. 93	300	140	9,0	0	8,9	12,4	»	0	0,258	94
4. XI. 93	288	144	10,4	0	8,9	12,4	»	0	0,412	76
5. XII. 93	308	151	9	0	8,9	12,4	»	0	0	215
12. I. 94	280	144	8,6	0	8,9	13	»	0	0,280	117
2. II. 94	320	170	6,5	0	8,9	7,2	»	0	0,215	46
13. III. 94	320	152	8,7	0	8,9	7,2	»	0	0,125	68
9. IV. 94	300	163	10,8	0	8,9	9,2	»	0	0,210	65
23. V. 94	280	152	7,2	0	8,9	7,4	»	0	0,203	54
28. VI. 94	284	156	9,2	0	8,9	13,7	»	0	0,316	68
18. VII. 94	280	151	7,4	0	8,9	15,1	»	0	0,359	153
20. VIII. 94	260	147	8,6	0	8,9	13,7	»	0	0,364	208
15. IX. 94	292	139	9,4	0	8,9	16,5	»	0	0,260	198
12. X. 94	308	142	10,1	0	8,9	16,5	»	0	0,347	62
22. XI. 94	304	150	10,1	0	8,9	16,3	»	0	0,240	103
24. XII. 94	304	140	10,1	0	8,9	15,8	»	0	0,207	46
18. I. 95	308	150	10,1	0	8,9	16,5	»	0	0,563	420[3])
25. II. 95	288	146	9,1	0	8,9	12,4	»	0	0,402	129
25. III. 95	308	146	9,4	0	8,9	16,4	»	0	0,268	221
Minimum	260	140	6,5	0	8,9	7,2	»	0	0	13
Maximum	320	170	11,0	0	8,9	17,2	»	0	0,563	1573
Im Mittel	299,8	147,3	9,8	0	8,9	13,4	»	0	0,278	171[4])

1) 0,401 am 2. II. 93.

2) 835 am 1. II. 93, 1573 am 2. II. 93, 670 am 3. II. 93, 462 am 4. II. 93, 61 am 6. II. 93, 45 am 7. II. 93.

3) Am 21. I. 95 126 Keime.

4) Untersuchungen vom 1., 3., 4., 6., 7. II. 93 und 21. I. 95 nicht eingerechnet.

Tabelle II.

In 1 l Wasser der Wasserleitung für die Orte Devant-les-Ponts, Ban-St. Martin und Longeville waren Milligramm:

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
3. XI. 93	176	108	Spur	0	8,9	5,5	Spur	0	0,198	50
14. II. 94	236	126	7,2	0	8,9	7,3	»	0	0,296	77
13. III. 94	264	126	7	0	8,9	6,8	»	0	0,250	39
27. IV. 94	248	131	8,7	0	8,9	13,7	»	0	0,278	24
23. V. 94	200	118	7,6	0	8,9	13,7	»	0	0,231	10
28. VI. 94	272	121	7,6	0	8,9	13,7	»	0	0,278	21
17. VII. 94	248	130	5,8	0	8,9	13,7	»	0	0,323	10
20. VIII. 94	204	114	5,8	0	8,9	13,7	»	0	0,364	9
15. IX. 94	244	118	5,7	0	8,9	11,7	»	0	0,347	31
12. X. 94	240	114	5,1	0	8,9	13,2	»	0	0,189	23
22. XI. 94	240	112	5,8	0	8,9	13,7	»	0	0,271	32
24. XII. 94	244	108	5,8	0	8,9	13,7	»	0	0,148	20
21. I. 95	208	110	5,8	0	8,9	13,0	»	0	0,406	18
25. II. 95	236	120	7,2	0	8,9	10,3	»	0	0,402	25
25. III. 95	236	118	7,0	0	8,9	11,7	»	0	0,179	38

Tabelle

Im Liter Wasser

Laufende Nummer	Bezeichnung der Wasserentnahmestellen
1	St. Julien, Waschhaus: Das Wasser kommt aus einer Quelle, die etwa 50 m südlich vom Ausgang des Dorfes liegt . . . .
2	St. Julien, Brunnen vor dem Hause Nr. 23, von 4 m Tiefe, mit Holzbrettern bedeckt, die 1—2 cm weite Spalten hatten. Umgebung sauber, aber allen zugänglich . . . .
3	St. Julien, Brunnen im Hof des Hauses Nr. 35, von ca. 14 m Tiefe, mit gutem Holzdeckel verschlossen, Umgebung rein gehalten . .
4	Vallières, Brunnen im Hofe des Hauses Nr. 117, ca. 15 m tief, mit Holzdeckel verschlossen, Umgebung gepflastert und rein gehalten .
5	Vallières, Brunnen vor der Wirthschaft Dumont Nr. 107, soll ca. 15 m tief sein, mit Holzdeckel verschlossen, wurde als »schlecht« bezeichnet
6	Les-Bordes-Vallières, Brunnen im Hofe des Hauses Nr. 105, ca. 13 m tief, mit Brettern abgedeckt, Umgebung gepflastert, aber sehr unsauber. Das Wasser floss beim Pumpen in einen Spültrog von Stein . . .

Tabelle III.

In 1 l Wasser der Wasserleitung für Montigny-Sablon waren Milligramm:

Bezeichnung der Wasserentnahmestellen	Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
Nördliche Quelle vor der Fassung . .	27. IV. 94	284	146	5,8	0	8,9	11	Spur	0	0,276	—
Nördl. Quelle nach der Fassung . .	17. XI. 94	312	149	7,9	0	8,9	14,4	»	0	0,410	2
Südliche Quelle vor der Fassung . .	27. IV. 94	264	140	5,8	0	7,1	11	»	0	0,337	—
Südlich. Quelle nach der Fassung . .	19. XI. 94	256	136	5,8	0	7,1	15,8	»	0	0,173	8
Leitung	20. XII. 94	252	136	5,8	0	7,1	14,4	»	0	0,402	39
	20. I. 95	272	138	5,8	0	7,1	14,4	»	0	0,156	61
	20. II. 95	260	138	5,8	0	7,1	10,3	»	0	0,371	32
	20. III. 95	240	146	5,8	0	7,1	13,1	»	0	0,300	39

IV.

sind enthalten:

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Eisenoxyd und Thonerde	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
13. XII. 94	1144	322	114,6	0	30,2	425,2	Spur	0	0	0,526	42
13. XII. 94	1612	398	124,7	0	134,9	490,2	75,2	0	0	0,860	587
13. XII. 94	3036	666	335,3	0	81,7	1375,3	56,8	0	0	0,371	245
24. XI. 94	1284	506	65,6	0	64	40	Spur	0	0	0,506	353
24. XI. 94	1268	498	30,3	0	135	211	110	Spur	0	1,354	unzählige
24. XI. 94	1008	332	42,5	Spur	106,5	172	109	0	0	0,596	583

Laufende Nummer	Bezeichnung der Wasserentnahmestellen
7	Les-Bordes, Brunnen vor dem Hause Nr. 6, soll 24—26 m tief sein, ist mit Steinplatten gut abgedeckt, Umgebung sauber . . . . .
8	Les-Bordes, Brunnen vor dem Hause Nr. 1, ca. 10 m tief, Umgebung sauber, sehr ergiebig, viel benutzt . . . .
9	Plantières-Les-Bordes, Brunnen im Hofe Bolchenerstrasse Nr. 101, 10 m tief, mit Holzdeckel verschlossen, in 10 m Entfernung Dunggrube .
10	Plantières, Brunnen in der Waschküche des Hauses Nr. 40, mit Holzdeckel, Umgebung unsauber . . . .
11	Plantières, Brunnen im Hofe des Hauses Nr. 35, ca. 12 m tief, in 2 m Tiefe beginnt das Wasser, Abdeckung Holzdeckel in Sandsteinfassung, Umgebung gepflastert . . . .
12	Plantières, Brunnen im Hofe des Hauses Nr. 16, soll abseits von der Pumpe liegen, von aussen nicht beeinflusst werden (?), Umgebung Hof und Garten . . . .
12	Plantières, im Garten zu Haus Nr. 7, Ziehbrunnen, offen, 6,30 m tief, 1 m Wasserstand, im Sommer trocken . . . .
14	Plantières, Brunnen im Hofe des Hauses Nr. 2, mit Holzdeckel verschlossen, Umgebung rein . . . .
15	Plantières, Brunnen im Keller des Hauses Nr. 1, 6,80 m tief, 4,45 m Wasserstand, Holzabdeckung, Umgebung sehr sauber . . . . . .
16	Queuleu, Brunnen im Garten des Hauses Felsenstrasse Nr. 8, 8 m tief, erhöhter Brunnenkranz, mit Holzdeckel verschlossen, wenig ergiebig (Hofbrunnen, der am meisten gebraucht wird, war eingefroren) . .
17	Queuleu, Brunnen im Hofe des Hauses Felsenstrasse Nr. 15, soll tief sein, viel Wasser geben, Abdeckung Hausteine und eiserne Platte .
18	Queuleu, Brunnen in der Küche des Hauses Felsenstrasse Nr. 81, 14 m tief, 10 m Wasserstand, Abdeckung gut . . . .
19	Queuleu, Kesselbrunnen, Pumpe in der Küche des Hauses Nr. 122/123, sonst nichts zu erfahren oder zu sehen . . . .
20	Queuleu, Gemeindebrunnen, am Abhange des rechten Seilleufers, am Anfang des Dorfes. Schlecht gefasste offene Quelle (?), Umgebung Gärten, jedem zugänglich. Die Gefässe, in welchen das Wasser geholt wird, müssen in den Brunnen getaucht werden . . . . . .
21	Queuleu, Gemeindebrunnen am Abhange des rechten Seilleufers, im SW. des Ortes, primitiv gefasst, Gefässe können auch hier eingetaucht werden, etwa 1/2 m Wasserstand . . . .
22	Queuleu, Brunnen südlich dem Gemeindebrunnen lfd. Nr. 21 gegenüber, im Garten der Niederlassung der Schwestern der mütterlichen Liebe, mit Hausteinen abgedeckt, Umgebung sauber[1] . . . . .

1) Wohl im Diluvium, welches dort eine Ausbuchtung macht?

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Eisenoxyd und Thonerde	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
24. XI. 94	1284	398	62	0	113,6	338	64,4	sehr viel	0	0,722	141
13. XI. 94	1848	564	191,7	0	55	683,2	16,8	0	0	0,385	551
24. XI. 94	1328	442	85,7	0	111,8	376,9	62,4	0	0	0,843	166
8. XII. 94	972	338	41,8	0	58,6	237,6	61,6	0	0	0,911	683
12. XI. 94	1536	448	77,1	0	156,2	289	197,6	Spuren	0	0,684	2199
24. X. 94	2332	470	252,2	0	79,9	919,4	sehr viel	sehr viel	0	0,888	3177
8. XII. 94	1708	352	154	0	58,9	683,8	50,8	geringe Spuren	0	1,276	nicht bestimmt
8. XII. 94	920	308	56,9	0	39,1	230,1	77,6	0	0	1,458	420
12. XI. 94	1656	298	216,2	0	39,1	684,5	ganz geringe Spuren	0	0	0,797	57
11. I. 95	1036	384	26,7	0	69,2	197,7	134,8	Spur	0	0,719	288
11. I. 95	2120	628	118,2	0	181,1	676	160	0	0	1,533	—[1]
11. I. 95	864	322	18,7	0	118,9	99,5	60,9	0	0	0,625	230
29. XI. 94	456	124	34,2	0	35,5	67,3	Spur	geringe Spur	0	0,243	1034
11. I. 95	596	254	12,97	0	42,6	62,5	68,3	0	0	0,469	7
29. XI. 94	668	262	19,5	0	33,7	79,6	59,6	Spur	0	0,273	271
10. X. 94	488	208	31,9	0	8,9	22,7	Spur	Spur	8	0,316	70

1) Zerbrach die Flasche.

Laufende Nummer	Bezeichnung der Wasserentnahmestellen
23	Queuleu, Leitung in der Niederlassung der Schwestern der mütterlichen Liebe. Dieselbe wird von einem im Gemüsegarten gelegenen, etwa 4—5 m tiefen Kesselbrunnen gespeist, der aus Bruchsteinen gemauert, mit Hausteinen gut abgedeckt ist. Wenig ergiebig. Umgebung Ackerland von 3 Seiten, im Süden Gartenmauer, dann wieder Acker. Leitung nur für den Hausbedarf. Eisen- und Blechröhren
24	Queuleu, Brunnen im Hofe der Niederlassung der Schwestern der mütterlichen Liebe, mit erhöhtem Brunnenkranz, Holzdeckelverschluss, Umgebung sauber, nur für Stallgebrauch . . . .
25	Queuleu, Kesselbrunnen im Schloss Tivoli, Pumpe in der Küche, sonst nichts zu erfahren, soll gegen fremde Zuflüsse gut geschützt sein
26	Plantières, Nr. 45. Brunnen im Garten, in Hausteinen erbaut, mit erhöhtem Brunnenkranz, welcher mit Holzdeckel verschlossen ist. Tiefe 6,83 m, Wasserstand 5,42 m. Eigenthümer sehr bedacht, Verunreinigungen fern zu halten, daneben aber Waschvorrichtung; sehr ergiebig
27	Plantières-Borny (Maison de la Pepinière), gleich hinter dem Ostfriedhof, an der Strasse nach Grigy rechts; Ziehbrunnen in Bruchsteinen erbaut, mit verschiebbarem Holzdeckel verschlossen, 3,70 m tief, 2,30 m Wasserstand; ist wohl nicht dicht . . . .
28	Belle-Tanche, Trinkwasserleitung nach dem Hause. Dieselbe wird aus einer gut gefassten Quelle gespeist, welche in dem Wiesengelände links von der Strasse Plantières-Grigy entspringt; Brunnenstube soll etwa 3 m tief sein . . . .
29	Belle-Tanche. Leitung nach dem Teich im Garten, wird von einem gut und neu gefassten Brunnen in demselben Wiesengelände wie Nr. 28, nur etwas weiter nach Norden gelegen, gespeist. Br. etwa 3 m tief. Leitung besteht aus starken Blechröhren, ganz erneuert. Wasser wird wenig gelobt, was vielleicht an der früheren schlechten Fassung und alten Leitung gelegen hat . . . .
30	Quelle aus den Aeckern nördlich des Weges von Plantières-Borny hinter ersterem Ort. Dieselbe ist gefasst und hat einen Auslauf in einen Graben an oben genanntem Wege. Fassung und Leitung sollen verfallen sein . . . .
31	Laufbrunnen vor dem Waschhause in Borny. Das Wasser läuft ganz trübe; Umgebung sehr unsauber . . . .
32	Vallières, Gemeindebrunnen II vor dem Hause Nr. 89. Derselbe war sehr gut mit Steinen abgedeckt . . . .
33	Vallières Nr. 12, Wirthschaft Fortune, Brunnen soll etwa 10 m tief sein, ist mit Holzdeckel abgedeckt, in Bruchsteinen erbaut, mit sehr unsauberer Umgebung z. B. viel Spülwasser, schlecht gehalten und gepflegt . . . .

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Eisenoxyd und Thonerde	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
10. X. 94	632	228	37,4	0	30,2	85,1	15	Spur	0	0,284	1706
10. X. 94	1012	278	67,7	0	37,7	274	68,8	Spur	0	0,334	242
29. XI. 94	708	266	49	0	26,6	97,5	90,8	geringe Spur	0	0,334	48
24. X. 94	488	214	20,2	0	23,1	48,7	sehr viel	0	0	0,552	929
12. XI. 94	648	236	27,4	0	46,1	91,3	56,8	sehr viel	0	1,21	6485
16. X. 94	384	186	12,3	0	12,4	16,5	0	0	0	0,72	304
16. X. 94	404	180	13,7	0	24,8	25,4	Spur	0	0	0,893	531
12. XI. 94	496	210	195	0	30,2	54,2	25,2	0	0	0,427	1235
12. XI. 94	604	208	16,6	0	40,8	50,1	26,8	sehr viel	14	5,345	7528
10. XII. 94	624	252	24,5	0	39	79,6	28	0	0	0,668	319
10. XII. 94	1020	326	36,7	sehr viel	104,7	155,2	67,6	geringe Spur	0	1,093	1162

Laufende Nummer	Bezeichnung der Wasserentnahmestellen
34	Vallières, Waschhaus, entnommen aus der Pumpe, die vor dem Hause steht. Der Brunnen liegt im Waschhause selbst, war mit schlecht schliessender eiserner Platte abgedeckt . . . .
35	Vallières, Ziehbrunnen im Garten des Hauses Nr. 54, darüber ein Holzdach. Neuer Brunnen, gut gemauert, erhöhter Brunnenkranz, soll etwa 6—7 m tief sein, Wasser begann 3,25 m unter Gelände .
36	Vantoux, Brunnen zum Waschhaus am Eingang des Ortes von Vallières aus, derselbe sah wenig gepflegt aus, war sehr schlecht mit Brettern abgedeckt . . . .
37	St. Julien Nr. 65. Eigene Leitung aus den Weinbergen im Osten. Das Wasser lief sehr trübe, die Leitung ist wenig ergiebig, hatte z. B. am Tage der Probeentnahme von Früh 8 Uhr bis Nachmittags um 4 Uhr kein Wasser gegeben . . . .
38	Orly. Quelle hinter dem Hofe des Gutes. Primitive Fassung. Aus eiserner Röhre floss das Wasser, Umgebung unsauber, Wasser speist einen Teich . . . .
39	Freskaty. Ungefasste Quelle im Park, mit Laub und Pflanzenresten bedeckt . . . .
40	Freskaty. Gefasste Quelle im Park. Die Fassung besteht aus einem mit Hausteinen quadratisch ausgemauertem Loche, ohne Abdeckung. Im Wasser Blätter und Pflanzenreste . . . .
41	Freskaty. Bohrloch I im Parke südwestlich vom Schloss. Untergrund 30 cm Mutterboden, dann feiner Sand, darauf Sand mit Kies bis 4,90 m unter Gelände Oberkante, dann 0,35 m Lette. Wasserstand 2,55 m bei Beginn der Pumpversuche . . . .
42	Freskaty. Bohrloch II nördlich von Bohrloch I. Untergrund wie bei 41, aber schon bei 3,30 m auf Lette, Gesammttiefe 3,85 m. Das Gelände fällt von I nach II und von da nach einem Weiher böschungsartig ab. Vor Beginn der Pumpversuche 2,40 m Wasserstand . .
43	Orly, Kesselbrunnen im Hause, Pumpe in der Küche, soll gut abgedeckt sein . . . .
44	Angny, Nr. 65. Wirthschaft in der Nähe der Kirche. Brunnen im Hause, Pumpe vor dem Hause, sonst nichts zu erfahren. Ort unsauber
45	Marly, Ziehbrunnen im Garten des Schulhauses Umgebung sauber, Brunnen nicht abgedeckt, aus Bruchsteinen gemauert, mit erhöhtem Brunnenkranz. Im Innern Brunnenwandungen über dem Wasser mit Moos bewachsen . . . .
46	Grange-aux-Ormes, Leitung an der Parkmauer. Das Wasser kommt aus einer Quelle, welche, etwa 30 m von der Parkmauer entfernt, östlich des Weges, der zum Schlosse führt, entspringt . . . . .

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Eisenoxyd und Thonerde	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
10. XII. 94	544	224	34,6	0	12,4	100,2	Spur	0	0	0,397	346
10. XII. 94	700	296	27,4	0	10,65	237,7	61,6	0	0	0,486	1846
10. XII. 94	456	208	13,7	0	10,65	42,6	geringe Spur	0	0	0,364	1196
13. XII. 94	532	224	28,1	0	8,9	75,5	Spur	0	0	0,681	561
8. X. 94	394	152	8,6	0	15,9	33,0	Spur	0	0	0,537	11
8. X. 94	280	154	4	0	8,9	11,7	Spur	0	0	0,695	54
8. X. 94	280	124	4	0	8,9	9,6	Spur	0	0	0,474	28
27. IV. 94	280	137	6,1	0	8,9	7,6	Spur	0	0	0,250	—
27. IV. 94	280	135	10	0	8,9	7,6	Spur	0	0	0,276	—
8. X. 94	552	158	12,9	0	23,1	31	92	0	0	0,600	244
12. IX. 94	1364	190	62	0	191,7	92	187	sehr viel	0	0,734	1422
21. IX. 94	716	222	16,5	0	42,6	52,9	87	geringe Spur	0	0,83	512
28. XII. 94	484	182	10,61	0	31,95	50,8	98,5	0	0	0,266	40

Laufende Nummer	Bezeichnung der Wasserentnahmestellen
47	St. Ladre l'Hopital, Brunnen im Hofe, mit Bruchsteinen gemauert und Hausteinen abgedeckt, soll 5 m tief sein, 3—4 m Wasserstand haben, Umgebung nicht besonders sauber . . . .
48	Blory, Brunnen in sehr unsauberem Hofe, unmittelbare Umgebung sehr schmutzig, in Bruchsteinen gebaut, mit Hausteinen abgedeckt
49	Bradin, Brunnen unter der Küche, in Bruchsteinen gemauert . . .
50	St. Privat bei Montigny. Kesselbrunnen am Wege gegenüber dem alten Kirchhofe. Vor demselben Waschtrog, Tiefe wohl nicht über 5 m
51	Montigny, Bohrloch auf dem Grundstück der neuen Infanterie-Kaserne, damals brachliegender Acker. Umgebung Aecker. 0,35 m Mutterboden, 1,15 m Sand, 2,00 m Kies mit Sand, 2,00 m Sand, 5,00 m Kies mit Sand, 10,50 m tief. In das Bohrloch war ein eisernes Rohr eingesetzt und an dieses eine Pumpe angeschraubt. Wasserstand 2,00 m, auch nach 2tägigem Abpumpen nicht versiegt. Sehr durchlässiger Boden . . . .
52	Montigny. Baubrunnen auf dem Grundstück der Infanterie-Kaserne, 0,90 m Durchmesser, in Ziegelstein mit hydraulischem Kalkmörtel ausgemauert, 8,5 m tief, Abdeckung Holzdeckel . . . .
53	Montigny. Bohrloch auf dem Grundstück der neuen Artillerie-Kaserne, umgeben von Aeckern. 0,40 m Mutterboden, 1,60 m feiner Sand, 2,50 m Kies mit Sand, 3,00 m ganz feiner Sand, 0,20 m brauner Lehm und 2,80 m blauer Letten, 10,50 m tief. Das Wasser beginnt bei 7,00 m unter Gelände-Oberkannte. Nachdem 5—6 Liter abgepumpt waren, musste auf einen Wasserzufluss gewartet werden .
54	Montigny, Brunnen 4 in der älteren Artillerie-Kaserne auf dem Hofe. 1 m Durchmesser, mit Ziegelsteinen ausgemauert und Steinplatten abgedeckt. 0,60 m Mutterboden, 2,00—2,50 m Kies und Sand, 2,50 m Kies mit Lette, dann Lette . . . .
55	Montigny-Sablon, Angny-Weg 4 bis Brunnen in der Waschküche, in Bruchsteinen gemauert, 10 m tief, mit Mettlacher Platten sauber abgedeckt . . . .
56	Montigny, Viktorbrunnen, Laufbrunnen am Waschhaus, der sein Wasser aus einer gut gefassten Quelle, die in der Nähe des Gutes Bradin liegt (s. lfd. Nr. 49), erhält . . . .
57	Montigny, Laufbrunnen für das Waschhaus hinter der kathol. Kirche. Der gut gedeckte und erbaute Kesselbrunnen liegt am Waschhause
58	Montigny, Brunnen im Garten des Hauses Vaquinière-Strasse Nr. 15, mit Bruchsteinen ausgemauert, eben neu verputzt und gereinigt. Abdeckung noch sehr schadhaft, Wasser wird viel zum Bau eines neuen Hauses benutzt, von oben kann alles Mögliche hinein . .

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Eisenoxyd und Thonerde	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
28. XII. 94	604	146	10,81	0	40,83	72,9	139,2	0	0	0,443	1977
28. XII. 94	532	184	12,25	0	31,95	72,8	73,1	0	0	0,354	197
8. X. 94	544	170	13	0	42,6	98,2	92	viel	0	0,644	2228
24. IX. 94	804	234	28,8	geringe Spuren	40,8	60,4	81	geringe Spuren	0	0,822	86
11. IV. 92	516	189	14,4	0	24,8	84,4	52	Spur	0	0,480	—
11. VI. 94	688	240	15	0	28,4	107,1	85	viel	0	0,620	—
11. IV. 92	700	218	21,3	0	31,9	204	46	Spur	0	0,850	—
11. VI. 94	1068	396,6	43,9	0	46,2[1])	166,8	92	geringe Spur	0	0,464	—
20. XII. 94	812	288	28,1	0	51,5	133,9	100,8	0	0	0,640	75
7. VII. 93	908	295	46,4	ger. Spur	46	256,7	112	0	0	1,44	—
24. IX. 94	984	310	49	»	42,6	275,3	123	ger. Spur	0	0,948	16
6. II. 93	1180	280	52,8	0	88,7	159,3	179,9	0	0	0,680	—
24. IX. 94	1144	294	44	0	85,2	172,3	142	0	0	0,474	3
11. X. 94	500	170	23,1	0	33,7	72,1	Spur	Spur	0	0,695	4277

1) 25. V. 92 : 26,6, 11. VI. 94 : 46,2, 28. III. 95 : 51,5.

Laufende Nummer	Bezeichnung der Wasserentnahmestellen
59	Montigny, Brunnen im Keller des Hauses Chausseestrasse Nr. 296, sehr flach, wenig ergiebig. Umgebung sauber . . . .
60	Montigny, Augny-Weg Nr. 40, Brunnen im Hofe, in Bruchsteinen ausgemauert. Abdeckung schadhafter Holzdeckel, Tiefe etwa 10 m . .
61	Montigny, Brunnen im Hofe Augny-Weg Nr. 242, soll mit Bruchsteinen ausgemauert sein, Abdeckung gut . . . .
62	Leitung nach dem Hospiz St. Nicolaus in Metz von Sablon . . . .
63	Sablon, Kapellenweg Nr. 154, Brunnen in Bruchsteinen ausgemauert, mit guter Abdeckung; soll etwa 10 m tief sein . . . .
64	Sablon, Kapellenweg Nr. 101. Brunnen im Hof, in Bruchsteinen gemauert, mit eiserner Platte abgedeckt, sehr ergiebig . . . . . .
65	Besitzung Lavaux am Fusse von Pappeville. Der Brunnen befindet sich in einem sorgfältig gepflegten Garten, ist aus Bruchsteinen gemauert, mit Hausteinen sehr gut abgedeckt. Mannloch mit eiserner Platte, Umgebung sauber. Sehr viel Wasser . . . . . .
66	La Ronde, Kaserne in Devant-les-Ponts. Brunnen im Stall, in Bruchsteinen gemauert, sehr gute Abdeckung. 3,00 m Kies mit Sand, 0,50 m Letten mit Sand, 0,30 m undurchlässiger Letten, 2,70 m grober Kies mit Sand, dann blauer, undurchlässiger Mergel . . . .
67	Metz, Todtenbrückenstrasse Nr. 19. Kesselbrunnen . . . .
68	Metz, Benedictinerstrasse Nr. 7. Kesselbrunnen im Hofe, dieser sauber
69	Metz, Rattenthurmstrasse Nr. 1. Kesselbrunnen . . . .
70	Prèville bei Moulins. Kesselbrunnen im Keller, sehr sauber in Bruchsteinen gemauert, ebenso sauber die ganze Umgebung des Brunnens, vor Verunreinigung von oben dadurch geschützt, dass nur die Bewohner Zutritt zum Brunnen haben. Nicht benutzt, weil zu viel Eisen ausgeschieden . . . .
71	Prèville. Neuer Kesselbrunnen im Park westlich von lfd. Nr. 70. Umgebung Gartenland, soll etwa 7—8 m tief in Kies sein. Gut gefasst, darüber Häuschen, auf dessen Dach sich ein Reservoir befindet, zu welchem mit Handbetrieb Wasser hinauf gepumpt wird. Von dort Leitung in die Küche. Da am Brunnen noch gebaut wurde, Entnahme in der Küche. Wasser durch den Bau wohl noch beeinflusst
72	Moulins bei Metz, Brunnen im Hofe des Hauses Nr. 63, welcher früher Pferdestall war. Holzdeckel, in Bruchsteinen gemauert, soll etwa 3 m tief sein. Hof gepflastert . . . .
73	Moulins bei Metz, Brunnen im Pferdestall des 1. Hauses von Moulins links an der Strasse von Metz-Moulins. Stall mit Steinen gepflastert, Brunnen gut abgedeckt. Die Quelle liegt in den Kellern der Häuser Nr. 10 und 11 in Moulins . . . .

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Eisenoxyd und Thonerde	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
11. X. 94	976	312	27,4	0	58,6	170,3	135	Spur	0	1,164	87
15. XII. 93	892	288	27,4	0	53,3	163	96	Spur	0	0,566	6731
11. V. 94	1272	408	50,4	0	71	334,1	49	viel	0	0,89	—
15. X. 94	1012	298	30,3	0	87	140,1	viel	0	0	0,893	—
20. XII. 94	976	228	23,8	0	63,9	122,9	165,2	0	0	0,991	225
20. XII. 94	1568	432	113,9	0	120,7	324,8	198,8	0	0	1,084	154
1. VII. 94	464	205	Spur	0	26,6	34,3	20,6	0	0	0,688	126
4. IX. 90	—	176,6	32,2	0	39,0	38,2	54,0	0	0	0,556	46
14. IX. 93	808	220	27,4	0	97,6	48,7	99,3	0	0	0,995	—
16. IX. 93	764	198	23,8	0	131,4	71,4	Spur	0	0	0,227	—
16. IX. 93	680	174	21,5	0	113,6	62,5	57,2	0	0	0,615	—
15. X. 94	600	144	20,2	0	15,9	95,4	Spur	Spur	146	0,652	1312
15. X. 94	604	230	20,2	0	15,9	118,1	Spur	Spur	Spur	1,89	5897
23. X. 94	616	220	14,4	0	42,6	75,5	24	0	0	0,767	444
23. X. 94	712	286	14,8	0	49,7	63,2	45	0	0	1,043	91

Laufende Nummer	Bezeichnung der Wasserentnahmestellen
74	Moulins bei Metz, Waschhaus. Das Wasser kommt aus einer Quelle in den Kellern der beim Waschhaus gelegenen Häuser. Die Fassung ist nicht dicht, das Wasser quoll aus derselben hervor . . . . .
75	Scy, Ziehbrunnen im Garten des Hauses Nr. 108, rechts vom Scy-Weg, im Norden der Chaussee Metz-Moulins, Holzdeckel, in Bruchsteinen gemauert, Wasser beginnt 2,5 m unter Gelände-Oberkante . . .
76	Bohrloch I in dem Gelände zwischen Longeville und Moulins an der Mosel südlich der Chaussee Metz-Moulins . . . .
77	Bohrloch II . . . .
78	Bohrloch III . . . .
79	Longeville, Bahnwärterhaus . . . .
80	Longeville, Nr. 119 . . . .
81	Longeville, Nr. 64 . . . .
82	Longeville, Nr. 60 . . . .
83	Devant-les-Ponts Nr. 40. Umgebung Garten . . . .
84	Jouy-aux-Arches, Laufbrunnen für das Waschhaus unweit der Kirche. Die Quelle liegt unterhalb der Côte St. Blaise am Feldweg, genannt En Soret, nordwestlich vom Pachthofe Luzerailles . . . .
85	Ars, Wasserleitung, Druckständer vor dem Hause Rue Chalade Nr. 2. Das Wasser kommt aus einer Quelle zwischen Ars und Vaux in den Weinbergen der Gemarkung Lampont, östlich von Ars. Die Leitung soll in Verfall sein . . . .
86	Vaux, Laufbrunnen für das Waschhaus, etwa in der Mitte des Ortes. Die Quelle, welche das Wasser liefert, liegt im Dorfe an den Häusern Nr. 95 und 96 . . . .
87	Jussy, Laufbrunnen für das Waschhaus. Die Quelle liegt etwa 150 m in südwestlicher Richtung vom Laufbrunnen in den Weinbergen .
88	St. Ruffine, Laufbrunnen für Waschhaus westlich des Ortes, welcher von einer Quelle gespeist wird, die am Wege nach Jussy, etwa 20 m vom Waschhause entfernt, entspringt . . . .
89	Rozérieulles, öffentlicher Laufbrunnen, der sein Wasser aus einer Quelle erhält, die ca. 200 m südlich des Weges von Rozérieulles nach Point du jour und 500 m von den letzten Häusern des Dorfes in den Parzellen Kataster 1279—1280 entspringt . . . .
90	Châtel-St. Germain, Laufbrunnen vor der Kirche. Die Quelle, welche denselben speist, liegt 350 m in westlicher Richtung vom Brunnen
91	Châtel-St. Germain, Laufbrunnen an der Gabelung der Strasse nach Verneville und Amannweiler. Das Wasser lief prasselnd aus dem Rohre. Die Quelle liegt am Wege nach Verneville, 150 m vom Orte entfernt . . . .

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Eisenoxyd und Thonerde	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
7. X. 94	448	194	5	0	17,7	33,6	29	0	0	0,347	5
23. X. 94	552	228	8,5	0	31,9	76,2	37,6	0	0	1,043	307
25. X. 94	208	74	6,5	viel	17,8	13	Spur	viel	—	1,595	—
27. X. 94	460	128	23,1	sehr viel	28,4	123,6	Spur	viel	—	1,806	—
25. X. 94	328	132	6,5	»	17,8	46,7	Spur	ger. Spur	—	1,27	—
23. X. 94	428	218	11,5	0	49,7	75,5	52	0	0	1,043	—
23. X. 94	1314	394	28,3	0	214,8	148	51	sehr viel	0	1,012	—
23. X. 94	504	212	10	0	21,3	63,2	13,6	sehr viel	0	1,81	—
23. X. 94	848	210	14,1	0	106,5	101,2	19,2	sehr viel	0	1,932	—
14. XII. 92	460	186	11,9	0	28,4	54,9	60	0	0	0,715	—
19. IX. 94	300	128	2,9	0	12,4	7,5	Spur	0	0	0,319	58
19. IX. 94	320	144	10,1	0	8,9	14,1	Spur	0	0	0,29	45
13. IX. 94	280	122	3,6	0	8,9	17,2	Spur	0	0	0,406	212
13. IX. 94	288	140	2,9	0	8,9	15,1	Spur	0	0	0,377	118
7. X. 94	368	172	7,9	0	12,4	34,3	Spur	0	0	0,284	8
11. IX. 94	216	74	2,9	0	8,9	15,1	Spur	0	0	0,203	22
11. IX. 94	270	80	2,9	0	8,9	11,7	Spur	0	0	0,348	37
19. XI. 94	252	130	6,5	0	7,1	13,8	Spur	0	0	0,207	403

Laufende Nummer	Bezeichnung der Wasserentnahmestellen
92	Lessy, Laufbrunnen am Waschhause bei der Besitzung von Weiss. Die Quelle liegt am Wege von Lessy nach Plappeville, etwa 60 m vom Orte in Parzelle Nr. 285 . . . .
93	Scy, Wasserleitung, Druckständer vor Haus Nr. 73. Die Quelle liegt am chemin de la côte in der Richtung des St. Quentins in Parzelle Nr. 45—46, 300 m vom Orte . . . .
94	Plappeville, Laufbrunnen für das Waschhaus am Wege nach Tignomont. Das Wasser kommt aus einer Quelle, die in den etwa 100 m westlich gelegenen Gärten entspringt . . . .
95	Plappeville, Quelle im Park des Hauses Nr. 73, in Brunnenstube gefasst, von hier Leitung nach einem Bassin im Park, hier entnommen aus dem Ausfluss der Leitung . . . .
96	Lorry, Wasserleitung, Druckständer vor Haus Nr. 56. Die Quelle liegt an der Strasse von Lorry-Amanweiler im Orte selbst, am westlichen Ausgange gegenüber dem Geisler'schen Schlosse. Die Leitung scheint schon älter zu sein, die Druckständer tragen die Jahreszahl 1868 .
97	Ars. Am Fusswege nach Gorze, welcher von der Chaussee Ars-Ancy abgeht, befindet sich nach kurzem Ansteigen in der Mauer um einen Weinberg ein eisernes Rohr, aus welchem die Quelle fliesst. Das Wasser ist früher von den Bewohnern von Ars viel geholt worden, jetzt nur noch wenig in Benützung . . . .
98	Bonne-Fontaine . . . .
99	Brunnen in einem der Häuser hinter den Schiessständen bei Plappeville. Der Kesselbrunnen ist 6,65 m tief, 1 m im Quadrat, primitiv gefasst, eiserne Pumpe. Das Grundwasser der Umgebung, welches von mir auch untersucht wurde, ist von ähnlicher Zusammensetzung

Datum der Entnahme	Abdampfrückstand bei 140°	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Eisenoxyd und Thonerde	Kaliumpermanganatverbrauch f. 100 000 Theile Wasser	Keime in 1 ccm Wasser
17. IX. 94	480	178	30,3	0	10,6	73,5	Spur	0	0	0,290	8
17. IX. 94	300	106	1,4	0	19,5	15,8	Spur	0	0	0,348	19
26. IX. 94	436	200	5,8	0	14,2	19,9	40	0	0	0,347	520
26. IX. 94	420	186	3,6	0	14,2	45,3	Spur	0	0	0,316	77
26. IX. 94	176	92	2,9	0	10,7	11,7	Spur	0	0	0,505	252
19. IX. 94	856	290	31,0	0	14,2	177,8	0	0	20	—	12
26. IX. 94	1032	398	28,1	0	12,4	339,2	0	0	6	0,474	3
14. III. 94	2564	880	93,2	0	14,2	980	Spur	0	14	0,974	1424

Ueber die Rolle der Streptococcen bei der experimentellen Mischinfection mit Diphtheriebacillen.

Von

Dr. **J. Bernheim,**
Zürich.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Wien.)

Während die Kliniker sich bis heute noch nicht darüber haben einigen können, ob die Beobachtung des Vorkommens von Streptococcen in den Exsudaten des diphtheriekranken Menschen zu einer schlechteren Prognose zwinge oder nicht, wird von allen Autoren, welche experimentelle Untersuchungen angestellt haben, übereinstimmend angegeben, dass die Erkrankung der Versuchsthiere nach der Mischinfection mit Streptococcen und Diphtheriebacillen fast ausnahmslos eine schwerere ist, als diejenige, welche durch die Infection mit dem letzteren allein hervorgerufen wird. In der Deutung dieses Befundes gehen allerdings auch hier die Ansichten auseinander, und zwar stehen sich zwei Hypothesen gegenüber, von denen die eine für das Zustandekommen der schweren Erkrankung eine unmittelbare Einwirkung der Streptococcen auf die D.-B. im Sinne einer Virulenzsteigerung beschuldigt, die andere dagegen dieselbe durch die gemeinsame Wirkung der Streptococcen und Diphtheriebacillen auf den inficirten Organismus zu erklären sucht.

Im Gegensatz dazu, dass bei allen übrigen experimentellen Mischinfectionen, die zweite Hypothese fast ausschliesslich zur

Erklärung herbeigezogen wird, zählt bei der Streptococcen-Diphtheriebacillen-Mischinfection die erstgenannte die meisten Anhänger. Sie verdankt dies wohl vor Allem der Autorität Roux's, welcher gemeinsam mit Yersin[1]) zuerst die Behauptung aufgestellt hat, dass die Streptococcen die Virulenz der Diphtheriebacillen erhöhen und dadurch die schwerere Erkrankung nach der Mischinfection bedingen. Sie stützten sich dabei auf die Beobachtung, dass abgeschwächte, allein nicht mehr tödliche Diphtheriebacillen sich wieder vollvirulent erweisen, wenn sie aus der Impfstelle eines durch die Mischinfection mit Streptococcen getöteten Meerschweines herausgezüchtet werden. Die Beweiskraft dieses Experimentes ist aber keinesfalls eine zwingende, da es sich bei dieser Versuchsanordnung nicht ausschliessen lässt, dass die nachgewiesene Virulenzsteigerung nur mittelbar durch die Streptococcen veranlasst worden sei, indem durch ihre Hilfe lediglich die Passage durch den Thierkörper ermöglicht wurde, ein Umstand, welcher bekanntlich bei vielen pathogenen Mikroorganismen schon für sich allein zur Erhöhung ihrer Virulenz hinreicht. In neuerer Zeit versuchte Funk[2]) mit Hilfe des Diphtherieantitoxins einen weiteren Beleg für die von Roux vertretene Anschauung zu erbringen. Um die Frage zu entscheiden, ob die Streptococcen durch Einwirkung auf die D.-B. oder eine solche auf den thierischen Organismus die Mischinfection so gefährlich machen, immunisirte er Meerschweinchen mittelst des Behring'schen Diphtherieantitoxins, und zwar spritzte er ihnen davon so viel ein, dass sie die 24 Stunden später vorgenommene Injection eines gewissen Quantums lebender Diphtheriecultur oder Diphtherietoxines reactionslos ertrugen.

Wenn Funk nun derartig vorbehandelten Thieren gleichzeitig Diphtherietoxin und Streptococcencultur injicirte, so erhielt er kein anderes Resultat, als wenn er eine gleiche Dosis von Diphtherietoxin allein einspritzte; dagegen zeigten sich Symptome

---

1) Contribution à l'étude de la diphthérie. Annales de l'Instit. Pasteur. 1890, p. 385.

2) Experimentelle Studien über die Frage der Mischinfection bei Diphtherie. Zeitschrift f. Hygiene, 16. Bd., 1894, S. 465.

von Diphtherie bei jenen mit Antitoxin vorbehandelten Thieren, welche gleichzeitig mit Diphtheriebacillen und Streptococcen inficirt wurden. Um das Auftreten von Symptomen diphtheritischer Erkrankung bei solchen doppelt inficirten Thieren zu verhindern, musste Funk grössere Dosen von Diphtherieantitoxin injiciren. Aus diesen Ergebnissen zog Funk den Schluss, dass für das Zustandekommen der schwereren Erkrankung nach der Mischinfection nicht eine Einwirkung der Str. auf den Meerschweinchenkörper das ausschlaggebende Moment sein könne, — da sonst die Combination von Str.-Cultur und Diphtheriegift ebenso gut Krankheitssymptome hätte hervorrufen müssen, wie die Injection der Str. mit D.-B.-Cultur, — die schwerere Erkrankung sei also die Folge einer Einwirkung der Streptococcen unmittelbar auf die lebenden Diphtheriebacillen und zwar im Sinne der von Roux vertretenen Virulenzsteigerung. So bestechend auch die Ausführungen Funk's erscheinen, so kann ich denselben trotzdem nicht beistimmen. Es geschieht dies hauptsächlich auf Grund meiner sogleich zu berichtenden eigenen Experimente; indessen weist doch auch schon eine Beobachtung Funk's, welche derselbe allerdings bei seinen Schlussfolgerungen nicht berücksichtigt hat, darauf hin, dass die von ihm vertheidigte unmittelbare Einwirkung der Str. auf die D.-B. nicht die Ursache der schweren Erkrankung sein kann. Die Letztere trat nämlich ebenso prompt ein, wenn die Str. an einer ganz andern Stelle als die D.-B. injicirt wurden, wobei also eine directe Beeinflussung der letzteren durch die Str. von vornherein ausgeschlossen war.

Was den bemerkenswerthen Unterschied betrifft, welcher sich zwischen der Wirkung der Combination von Diphtherietoxin und Str. und derjenigen der Association von D.-B. und Str. bei den Funk'schen Experimenten ergab, so dürfte man nicht fehlgehen, wenn man ihn mit dem Umstande in Beziehung bringt, dass das Behring'sche Antitoxin bekanntlich im Organismus nur den von den D.-B. gebildeten Giften entgegenwirkt, nicht aber die D.-B. selbst schädigt, und daher gegen die Infection keinen so sicheren Schutz wie gegen die Intoxication verleihen kann. Wie wir durch die Untersuchungen von Behring und

Boer wissen, braucht man zwar zur Paralysirung einer schweren Intoxication beim Meerschweinchen eine viel grössere Serummenge, als zur Verhütung einer gleich starken Infection; über die Festigkeit dieser Schutzwirkungen ist damit aber noch nichts gesagt.

Es sind über diese Frage, so viel mir bekannt ist, noch keine vergleichenden Untersuchungen angestellt worden. Es scheint mir jedoch, dass gerade der Ausfall der Funk'schen Experimente, bei welchen dieselbe Schädlichkeit — die Injection einer Str.-Cultur — in dem einen Falle die Wirkung des Antitoxins sichtlich beeinträchtigte, während sie in dem andern keinen Einfluss auf dieselbe auszuüben schien, dazu berechtigt, den Schutz des Antitoxins gegenüber der Infection für weniger fest zu halten, als denjenigen gegenüber der Intoxication.

Bald nach dem Erscheinen der Funk'schen Studie habe ich[1]) ebenfalls Versuche publicirt, welche dieselbe Frage behandelten. Um den Einfluss der Str. auf die D.-B. kennen zu lernen, wählte ich aber eine andere Versuchsanordnung als Roux und Yersin und Funk. Da meiner Ansicht nach eine unmittelbar von den Streptococcen und nur von diesen abhängige Virulenzsteigerung nur dann als gesichert angesehen werden könnte, wenn es gelingen würde, die Virulenz einer beliebigen Generation des Diphtheriebacillus durch Züchtung auf todten, Streptococcen und deren Stoffwechselproducte enthaltenden Nährböden zu erhöhen, so untersuchte ich, welchen Einfluss die Züchtung in durch Filtration oder Erhitzung sterilisirten Streptococcenbouillonculturen auf die Virulenz der D.-B. ausübt. In der That zeigten sich damals die Culturen der D.-B. in solchen Nährböden wirksamer, als die Controlculturen in Bouillon. Trotzdem wagte ich es aber nicht,[2]) daraus den Schluss zu ziehen, dass es sich dabei um eine Virulenzsteigerung der D.-B. handelte, und zwar sowohl deshalb, weil bei dieser Versuchsanordnung

1) Ueber die Mischinfection bei Diphtherie. Zeitschr. f. Hygiene, 18. Bd., 1894, S. 531.

2) Ueber die Bedeutung der Mischinfection bei Diphtherie. Vortrag, gehalten vor der 66. Vers. deutsch. Naturforscher etc. in Wien 1895.

mit den D.-B. gleichzeitig auch Stoffwechselproducte der Streptococcen eingespritzt worden waren, als auch aus dem Grunde, dass für das erwähnte Resultat immerhin noch Wachsthumsunterschiede von Bedeutung gewesen sein konnten. In vielen Fällen wuchsen nämlich die D.-B. in den Streptococcenfiltraten üppiger, als in der Controlbouillon.

Um auch diese Fehlerquelle auszuschalten, wandte ich bei einer neuen Versuchsreihe auf den Rath des Herrn Prof. Gruber feste Streptococcen-Nährböden an, d. h. ich liess zuerst in Bouillon Streptococcen mehrere Wochen lang wachsen, versetzte dieselbe hierauf mit in Wasser gelöstem Agar und schliesslich mit Normalnatronlauge so lange, bis sich neutrale Reaction einstellte. Nach dreimaliger Sterilisation wurde dann ein Diphtheriebacillus von bekannter Virulenz auf die schiefe Fläche eines solchen Streptococcenagars gestrichen und durch mehrere Generationen auf denselben fortgezüchtet. Gewöhnlich wurde dann die 4. oder 5. Generation in Bouillon überimpft und die jetzt vorhandene Virulenz geprüft.

Auf diese Weise war vollständig vermieden, dass mit den Diphtheriebacillen etwa noch Stoffwechselproducte der Streptococcen in den Thierkörper gebracht wurden und somit eine klare Antwort auf die Frage zu erwarten, ob Stoffwechselproducte der Streptococcen die Virulenz der Diphtheriebacillen erhöhen oder nicht. — Da es mir aber von früheren Untersuchungen her wohl bekannt war, dass die Diphtheriebacillen bei Uebertragung auf neue Nährböden gelegentlich einmal eine plötzlich eintretende Veränderung ihrer Virulenz, in diesem oder jenem Sinne zeigen können, so versäumte ich nicht, mir auf dieselbe Weise, wie ich aus Streptococcen-Bouillon das Streptococcen-Agar bereitet hatte, aus gewöhnlicher Bouillon ein Control-Agar von derselben Reaction herzustellen.

Die Versuchsanordnung gestaltete sich dann so, dass von einer schwach virulenten Diphtheriecultur ein Bouillonröhrchen (10 ccm) geimpft wurde. Nach 48 Stunden wurde die Virulenz der Cultur geprüft und zu gleicher Zeit von ihr aus Tochterculturen auf Streptococcen-Agar und Control-Agar angelegt, die

dann durch mehrere Generationen unter genau gleichen Bedingungen fortgezüchtet wurden. Schliesslich wurde wieder in Bouillonröhrchen (je 10 ccm) zurückgeimpft und neuerdings die Prüfung der Virulenz der beiden Stämme vorgenommen. Ausserdem wurden noch sowohl aus der Ausgangscultur als mit den letzten Generationen der beiden Diphtheriestämme auf Streptococcen- und Control-Agar je 50 ccm Bouillon in Erlenmeyerkolben inficirt und nach 4 Wochen langem Wachsthum auf ihre Giftigkeit geprüft, selbstverständlich erst, nachdem in jedem einzelnen Kolben die verdunstete Flüssigkeit durch gewöhnliche Bouillon wieder ersetzt worden war.

Versuche an Meerschweinchen über den Einfluss, welchen die Züchtung auf „Streptococcen-Agar" auf die Virulenz und die Toxinbildung der Diphtheriebacillen ausübt.

Versuchsnummer und Art des Streptococcus	Zur Infection resp. Intoxication verwendet. Cultur	Resultat der Infection	Resultat der Intoxication	Menge der injicirten Cult. od. d. toxinhalt. Bouillon[2]
1. Strept. longus	Ausgangscultur	† nach 12 Tagen	nicht untersucht	0,1 %
	Controlstamm	† » 8½ »	detto	0,1 »
	Str.-Diph.-Stamm	† » 5½ »	detto	0,1 »
2. Strept. longus	Ausgangscultur	bleibt am Leben; kleine Nekrose	nicht untersucht	0,05 »
	Controlstamm	detto	detto	0,05 »
	Str. Diph.-Stamm	† nach 4 Tagen	detto	0,05 »
3. Strept. longus et brevis	Ausgangscultur	bleibt am Leben; kleine Nekrose	bleibt am Leben	0,05 »
	Controlstamm	† nach 1½ Tagen	detto	0,05 »
	Str.-Diph. Stamm	† » 2 »	† nach 2 Tagen	0,05 »
4. Strept. longus	Ausgangscultur	bleibt am Leben; kleine Nekrose	† nach 13 Tagen	0,05 »
	Controlstamm	detto	bleibt am Leben	0,05 »
	Str.-Diph.-Stamm	† nach 4 Tagen	† nach 45 Tagen	0,05 »
5. Strept. longus	Ausgangscultur	† nach 61 Tagen	† nach 16 Tagen	0,02 »
	Controlstamm	† » 15 »	† » 11 »	0,02 »
	Str.-Diph.-Stamm	† » 20 »	bleibt am Leben; kleine Nekrose	0,02 »
6. Strept. longus et brevis	Ausgangscultur	† nach 61 Tagen	† nach 16 Tagen	0,02 »
	Controlstamm	† » 8 »	bleibt am Leben; keine Nekrose	0,02 »
	Str.-Diph.-Stamm	† » 4[1] »	bleibt am Leben; kleine Nekrose	0,02 »

1) Mit Gravidität complicirt. 2) In % d. Körpergewichts d. Meerschweinch.

Wie aus der nebenstehenden Tabelle ersichtlich ist, waren die auf »Streptococcen-Nährböden« gezüchteten Diphtheriestämme ohne Ausnahme virulenter als die Ausgangsculturen. Es wäre daher der Schluss sehr naheliegend, dass die Streptococcen resp. ihre Stoffwechselproducte diese Virulenzsteigerung verursacht hätten, wenn nicht das Verhalten der Controlculturen beweisen würde, dass schon mit der Uebertragung auf einen neuen und ganz indifferenten Nährboden allein derselbe Erfolg erzielt werden könne. In der That erweisen sich im 1., 3., 5. und 6. Versuch neben den Streptococcen-Diphtheriestämmen auch die Tochterculturen der Controlstämme deutlich wirksamer als die Ausgangscultur. In zwei Versuchen (2 und 4) besass der Streptococcen-Diphtheriestamm allerdings nicht allein eine höhere Virulenz als die Ausgangscultur, sondern auch als die Controlcultur. Diesen Versuchen stehen aber der 3. und der 5. Versuch gegenüber in welchen die Virulenz der Controlstämme sogar diejenige der Streptococcenstämme übertraf. Die Stoffwechselproducte der Streptococcen scheinen somit gegenüber anderen Factoren, welche die Virulenz des D.-B. beeinflussen, keine entscheidende Bedeutung zu haben. Man wird dieser Auffassung um so eher beistimmen, als die Prüfung der Giftigkeit der Bouillonculturen nur in einem Falle bei dem Streptococcen-Diphtheriestamme eine stärkere Giftbildung, als sie die Ausgangscultur aufgewiesen hatte, ergab, während in allen anderen Versuchen die von den Streptococcen-Diphtheriestämmen abstammenden Bouillonculturen sogar weniger giftig waren, als die Ausgangsculturen.

Nach dem Ausfall dieser Versuche kann die von Roux und Yersin und von Funk aufgestellte Hypothese nicht mehr aufrecht erhalten werden, und man wird die Einwirkung der Streptococcen auf den inficirten Organismus, die Schädigung desselben als den Factor ansprechen müssen, welcher, wie bei allen Mischinfectionen, die zu einer Steigerung der Krankheitserscheinungen führen, auch bei dieser den bösartigen Charakter der Krankheit bedingt.

Wenn man Kaninchen 1 Stunde vor der subcutanen Injection einer Diphtheriecultur durch Chloroform sterilisirte

Streptococcen-Bouilloncultur intravenös injicirt, so erliegen diese Thiere bei entsprechender Dosirung innerhalb weniger Tage, während die nur mit D.-B. oder nur mit Str. in gleicher Dosis inficirten Controlthiere entweder am Leben bleiben oder erst nach längerer Zeit zu Grunde gehen. Zwischen denjenigen Kaninchen, welche nur D.-B. und denen, welche vorher noch die sterilisirte Str.-Cultur erhalten haben, zeigt sich nun ausserdem der bemerkenswerthe Unterschied, dass bei den ersteren an der Injectionsstelle ein starker, entzündlicher Tumor auftritt, während sich bei den letzteren entweder gar keine oder nur eine sehr geringfügige Geschwulst bildet.

Bekanntlich ist das Eintreten oder Ausbleiben der lokalen Reaction bei Thieren empfänglicher Species im Allgemeinen ein wichtiges Symptom für das Functioniren der Schutzeinrichtungen des Organismus gegen die Infectionserreger überhaupt und man könnte daher versucht sein, die Rolle der Str. in einer Lähmung des bacterienfeindlichen Schutzapparates des thierischen Organismus zu suchen. Man kann sich aber leicht davon überzeugen, dass diese Annahme falsch ist, denn man braucht nur weniger virulente D.-B. oder eine geringere Menge derselben einzuspritzen und es wird sich auch bei denjenigen Kaninchen, welche dieselbe Dosis von sterilisirter Str.-Cultur, wie sie in den oben erwähnten Experimenten angewendet wurde, erhalten haben, eine lokale Geschwulst bilden, die unter Umständen grösser ist, als bei den einfach inficirten Controlthieren. Man wird demnach das Ausbleiben der lokalen Reaction und die damit verbundene schwere Erkrankung auf die Summe der Giftwirkungen der beiden inficirenden Mikroorganismen zurückführen müssen. In denjenigen Fällen, wo Mischculturen der beiden Mikrobien eingespritzt werden, mag die Intensität der Krankheitserscheinungen noch dadurch erhöht werden, dass sich in denselben ausser den Stoffwechselproducten der D.-B. und denjenigen der Str. vielleicht auch Toxine vorfinden, welche der Symbiose (Nencki) ihre Entstehung verdanken.

Bacteriologische Untersuchungen in einem Falle von Fleischvergiftung.

Von

Privatdocent Dr. **Carl Günther.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Die Untersuchungen, über welche in Folgendem berichtet werden soll, wurden zu dem Zwecke angestellt, über die Ursache einer Epidemie von Fleischvergiftung, welche in der Provinz Posen im Frühjahr 1896 auftrat, eventuell Aufklärung zu erhalten.

Die Thatsache ist, soweit sich dieselbe aus den Seitens der Königlichen Staatsanwaltschaft zu O. dem hiesigen Institute in dankenswerther Weise zur Einsicht zugesendeten Acten ergibt, folgende:

In den Ortschaften S., St. und A. II erkrankten zu Pfingsten (24., 25. Mai) 1896 eine grosse Reihe von Personen, welche 26 bis 27 Familien angehörten, infolge des Genusses von Schweinefleisch, Wurst und Blut. Die genannten Nahrungsmittel waren von einem bestimmten Schlächter (K. in St.) gekauft worden. Leibschmerzen, Erbrechen und Durchfall, grosse Mattigkeit und Schwäche waren die wesentlichsten Krankheitssymptome. Eine Person, der 47 jährige Knecht St. in S., starb. Er hatte am Morgen des 24. Mai von der resp. Wurst, am Mittag desselben Tages von dem resp. Blut im gebratenen und von dem Fleisch im gekochten Zustande gegessen und war in der nächsten Nacht erkrankt; er starb bereits am Mittag des 25. Mai. Bei der gerichtsärztlichen Section (27. Mai) liess sich eine bestimmte Todesursache nicht ermitteln.

An den Seitens des Gerichts nach dem Bekanntwerden der Massenvergiftung bei dem genannten Schlächter beschlagnahmten Wurst- und Fleischproben vermochte der zuständige Kreisthierarzt etwas Abnormes

nicht zu constatiren. Ebenso liessen sich keine Anhaltspunkte dafür ermitteln, dass das Fleisch kranker oder verendeter Thiere von dem Schlächter zur Wurstbereitung oder zum Verkauf verwendet worden war. Der Schlächter K. gab an, ausser Schweinen (von denen er in der Woche vor dem Pfingstfest vier geschlachtet hätte) nur noch Kälber zu schlachten; er habe ein Kalb auch in der Woche vor dem Fest geschlachtet, das Fleisch desselben jedoch nicht zur Wurstbereitung genommen. Das zur Wurstbereitung und zum Weiterverkauf verwendete Blut stamme ebenfalls von Schweinen, und zwar von zwei Thieren, die am 22. Mai geschlachtet worden wären.

Seitens der Königlichen Staatsanwaltschaft zu O. wurde nun am 28. Mai dem Hygienischen Institut zu Berlin eine Reihe von Objecten zur bacteriologischen Untersuchung zugesandt, und zwar 1. Theile der Leiche des obengenannten St., 2. Proben von Thierfleisch und -Blut und von Wurst. Die Leichentheile des St. waren in 3 Glasgefässen untergebracht, von denen das erste Mageninhalt, Magen, Speiseröhre und den Inhalt des oberen Theils des Zwölffingerdarms, das zweite Urin, das dritte Stücke von Leber, Milz, Nieren und Herz sowie Blut enthielt. Die anderen eingesandten Objecte waren z. Th. (Proben von Thierfleisch und -Blut) am 25. Mai Nachmittags, nach dem Tode des St., in der Wohnung des letzteren aufgefunden worden, theils waren sie (Wurst- und Fleischproben) am 26. Mai Nachmittags aus dem Verkaufsladen des Schlächters K. entnommen worden. Die Objecte trafen am 29. Mai Nachmittags in Berlin ein. Seitens des Herrn Prof. Rubner wurde Verfasser mit der Untersuchung beauftragt.

Die bacteriologische Untersuchung begann am 30. Mai Vormittags. Die Objecte, namentlich die aus der menschlichen Leiche stammenden, befanden sich bereits im Stadium vorgeschrittener Fäulnis.

Der allgemeine Weg der Untersuchung war folgender: Es wurden von den Objecten zunächst Gelatineplatten angelegt. Bei den Organtheilen, Fleisch- und Wurststücken wurden zu dem Zwecke mit sterilen Instrumenten Theile aus der Mitte der respectiven Stücke entnommen; von den flüssigen Objecten wurde je eine Oese zur Aussaat genommen. Bei der Besichtigung der entwickelten Platten wurde dann darauf geachtet, ob nur ein einziger Typus von Colonien entstanden war, oder ob deren

mehrere zur Entwicklung gekommen waren. Dementsprechend wurden eine oder mehrere Abimpfungen in Gelatine (Stichculturen) angelegt. Von den letzteren Culturen wurden dann in den nächsten Tagen hängende Tropfen und gefärbte Präparate angefertigt, wobei auch darauf Rücksicht genommen wurde, ob sich die resp. Arten nach Gram färbten oder nicht. Es wurden ferner Abimpfungen von den Stichculturen auf Agar gemacht und diese Abimpfungen bei 37° C. aufgestellt, um zu ermitteln, ob die Möglichkeit des Wachsthums bei Körpertemperatur bestünde. Ausserdem wurde die Art des Wachsthums auf Kartoffeln, in Bouillon, in Milch geprüft, ferner die Frage untersucht, ob Indolbildung vorhanden sei. Diejenigen Culturen, welche bei den weiterhin angestellten Thierversuchen sich als pathogen erwiesen, wurden dann bezüglich weiterer Merkmale, namentlich auch auf das Verhalten gegen zuckerhaltige Bouillon hin, untersucht.

Was die Resultate der Untersuchung betrifft, so wurde zunächst folgendes gefunden:

1. Aus dem Inhalte des Glasgefässes, welcher den Mageninhalt etc. der Leiche des St. enthielt, wurden zwei Arten von Bacterien (Stämme μ und ν) isolirt.

μ ist ein kurzer, lebhaft beweglicher Bacillus, welcher sich mit Fuchsinlösung in toto, bald blasser, bald intensiver färbt, nach Gram nicht gefärbt wird. Auf der Gelatineplatte bildet er an der Oberfläche transparente, nicht verflüssigende Häutchen; im Gelatinestich findet Wachsthum im ganzen Stichkanal statt; an der Oberfläche bildet sich wieder das Häutchen. Drei Wochen alte Stichculturen riechen nach Urin, der in beginnender Fäulnis ist. Auf Agar findet bei 37° kräftiges Wachsthum statt; es bilden sich hier graue transparente, nicht riechende Beläge; auf Kartoffeln entstehen bei 37° in 48 Stunden ziemlich kräftige, graugelbe, glänzende Ueberzüge; Bouillon zeigt nach 24 stündiger Cultur bei 37° starke gleichmässige Trübung und Häutchenbildung auf der Oberfläche. Auf Zusatz von Kaliumnitrit und Schwefelsäure entsteht Rothfärbung; der rothe Farbstoff löst sich in Amylalkohol (Nitrosoindol). Milch wird unter kräftiger Säuerung zur Gerinnung gebracht. Die subcutane Verimpfung von 0,1 ccm 24 Stunden bei 37° C. gewachsener Bouilloncultur auf eine weisse Maus hatte Krankheitserscheinungen bei dem Thiere nicht im Gefolge.

ν ist ein schlankes, dünnes, sehr lebhaft bewegliches Stäbchen, welches sich mit Fuchsinlösung in toto, theils intensiv, theils blass, nach Gram nicht färbt. Auf Gelatineplatten bildet es verflüssigende, mit Strahlenkranz

versehene und von »schwärmenden Inseln« umgebene Colonien; in der Gelatinestichcultur bildet sich starke strumpfförmige Verflüssigung aus, welche bald die ganze Gelatine ergreift; ältere Stichculturen stinken nach Schwefelkohlenstoff. Bei 37° C. findet intensives Wachsthum statt: auf Agar bilden sich kräftige, graue, transparente Beläge; die Culturen sind leicht stinkend; auf der Kartoffel entsteht in 48 Stunden ein kräftiger, feuchter, glänzender, grauweisser Belag; in Bouillon entsteht starke gleichmässige Trübung mit Oberflächenhäutchen; Indol wird nicht gebildet. Milch wird durch den Bacillus zunächst nicht verändert. Nach etwa 8tägiger Cultur bei 37° findet sich die Milch zur Hälfte geronnen, zur Hälfte flüssig, von leicht alkalischer Reaction und ohne Geruch. Eine subcutan mit $^1/_{10}$ ccm einer 24stündigen Bouilloncultur geimpfte Maus zeigte keine Krankheitserscheinungen.

2. Aus dem Urin der Leiche des St. wurde eine Bacterienart isolirt (π).

π ist ein dünner, schlanker, sehr lebhaft beweglicher Bacillus, welcher sowohl in diesen Eigenschaften wie in den meisten seiner Culturmerkmale mit ν übereinstimmmt. Von ν unterscheidet er sich wesentlich nur durch die Eigenschaft, Milch zunächst binnen wenigen Tagen unter Säuerung zur Gerinnung zu bringen; im Anschlusse daran bilden sich jedoch in den nächsten Tagen dieselben Veränderungen in der Milch aus, wie sie oben für die 8tägige ν-Cultur beschrieben wurden. Subcutane Uebertragung von 0,1 ccm 24stündiger, bei 37° C gewachsener Bouilloncultur auf eine weisse Maus hatte Krankheitserscheinungen bei dem Thiere nicht im Gefolge.

3. Aus der Leber der Leiche des St. wurde eine Bacterienart isolirt (λ).

λ ist ein eigenbewegliches Kurzstäbchen, bei welchem die Untersuchung im hängenden Tropfen, der von der Gelatinecultur hergestellt wird, eine eigenthümliche Erscheinung constatiren lässt: es zeigt sich nämlich bezüglich der Lichtbrechung eine Differenz zwischen dem Mittelstück des Stäbchens und seinen Enden, indem das Mittelstück aus einer weniger brechenden Substanz besteht. Im Gegensatz zu dieser Erscheinung steht das Verhalten bei der Färbung (Fuchsin): das Mittelstück wird stärker gefärbt, die Enden werden weniger gefärbt oder bleiben ganz ungefärbt. Nach Gram färbt sich der Bacillus nicht. Auf der Gelatineplattenoberfläche entstehen nicht verflüssigende Häutchen; die Gelatinestichcultur zeigt Wachsthum im ganzen Stichkanal und oberflächliche Häutchenbildung. Aeltere Stichculturen stinken etwas. Bei 37° findet kräftiges Wachsthum statt: auf Agar entstehen kräftige, graue, transparente Beläge; die Culturen stinken leicht; auf Kartoffeln bilden sich in zwei Tagen ziemlich kräftige, grauweisse, glänzende Beläge aus; Bouillon wird stark und gleichmässig getrübt. Indolbildung findet nicht statt. Milch wird durch den Bacillus weder in der chemischen Reaction verändert, noch tritt Gerinnung ein. Diese Bacterienart erwies sich als pathogen. Ueber die hierher gehörigen Eigenschaften siehe weiter unten.

4. Aus der Milz der Leiche des St. wurden zwei Bacterienstämme isolirt (ε und ζ); und zwar wurde der Stamm ε von einer tiefliegenden (runden, glattrandigen), der Stamm ζ von einer oberflächlichen, häutchenförmigen Colonie der Ausgangsplatten abgeimpft.

Die Prüfung der beiden Stämme ε und ζ ergab völlige Uebereinstimmung der Eigenschaften mit denen des vorhergehend beschriebenen Stammes λ. Dies gilt sowohl von dem optischen Verhalten der Stäbchen im hängenden Tropfen (das Licht weniger brechendes Mittelstück) wie von der Färbung der auf Gelatine gewachsenen Stäbchen (stärkere Färbung des Mittelstücks); die Uebereinstimmung zeigte sich ferner auch in den sämmtlichen Cultureigenschaften und — wie weiter unten näher erörtert werden soll — auch in dem Verhalten gegen den Thierkörper.

5. Aus dem Herzfleisch der Leiche des St. wurden ebenfalls zwei Bacterienstämme isolirt (η und ϑ); η entstammte einer tieferliegenden braunen, ϑ einer oberflächlichen häutchenförmigen Colonie der Ausgangs-Gelatineplatten.

η ist ein eigenbewegliches Kurzstäbchen, welches meist zu zwei Exemplaren verbunden angetroffen wird. Es färbt sich mit Fuchsin in toto; nach Gram färbt es sich nicht. Auf der Gelatineplatte bildet es nicht verflüssigende oberflächliche Häutchen; im Gelatinestich findet massiges Wachsthum im Stichkanal statt mit Entwickelung eines Oberflächenhäutchens. Alte Stichculturen zeigen leichten Fäulnisgeruch. Bei 37° C. findet kräftiges Wachsthum statt: auf der Agaroberfläche entwickelt sich ein kräftiger, grauer, transparenter Belag; die Culturen stinken leicht; auf der Kartoffel entsteht ein dicker, fleischiger, glänzender, grauweisser, herunterfliessender Belag; in Bouillon findet kräftige Trübung mit Entwickelung eines Oberflächenhäutchens statt; bei Zusatz von Kaliumnitrit und Schwefelsäure zu der Cultur tritt Rothfärbung ein; der rothe Farbstoff löst sich in Amylalkohol (Nitrosoindol). Milch wird unter kräftiger Säuerung zur Gerinnung gebracht. Eine Maus, welcher $^1/_{10}$ ccm einer 24 Stunden bei 37° C. gewachsenen Bouilloncultur subcutan beigebracht wurde, zeigte danach keine Krankheitserscheinungen.

Der Stamm ϑ verhielt sich in seinen Eigenschaften fast genau so wie der eben beschriebene Stamm η. Die einzigen Unterschiede waren folgende: Es konnte erstens Eigenbeweglichkeit bei ϑ nicht constatirt werden; zweitens waren die Culturbeläge auf der Agaroberfläche sowohl wie auf der Oberfläche älterer Stichculturen weniger transparent als bei η, und der Belag der älteren Stichculturen von ϑ besass in der Farbe eine leicht gelbliche Nuance, die dem entsprechenden Belage bei η fehlte; endlich schienen der Cultur pathogene Eigenschaften für Mäuse zuzukommen, was bei η nicht der Fall war. Für Meerschweinchen zeigte sich ϑ ($^1/_2$ ccm Bouilloncultur subcutan) nicht pathogen.

6. Aus dem (mageren) Thierfleisch, welches nach dem Tode des St. aus dessen Wohnung entnommen worden war, wurde ein Bacterienstamm isolirt (ϱ).

ϱ ist ein kurzer eigenbeweglicher Bacillus, welcher sich mit Fuchsinlösung in toto, nach Gram nicht färbt. Auf der Gelatineplatte bildet er verflüssigende, mit Strahlenkranz versehene Colonien ohne »schwärmende Inseln.« Im Gelatinestich zeigt sich starke strumpfförmige Verflüssigung, welche bald die gesammte Gelatine ergreift; ältere Gelatineculturen riechen ammoniakalisch und nach altem Käse. Bei 37° C. findet kräftiges Wachsthum statt: auf der Agaroberfläche entstehen kräftige, graue, transparente Ueberzüge; die Culturen stinken leicht; auf der Kartoffel entwickeln sich dünne, graue, transparente Beläge; in der Bouillon entsteht kräftige gleichmässige Trübung mit Bildung eines Oberflächenhäutchens; Indol wird nicht producirt. Milch wird zunächst unter kräftiger Säurebildung zur Gerinnung gebracht; in der 8tägigen Cultur aber erscheint das Coagulum z. Th. durchsichtig und gelatinös geworden, die Flüssigkeit leicht alkalisch und etwas stinkend. Für Mäuse scheint diese Bacterienart pathogen zu sein.

7. Aus dem Thierblut, welches ebenfalls nach dem Tode des St. in dessen Wohnung aufgefunden wurde, wurden zwei Bacterienstämme isolirt (ι u. $\varkappa$). ι entstammte einer verflüssigten, mit Strahlenkranz versehenen Colonie, $\varkappa$ einer geschlossenen, kreisrunden Colonie mit sehr lebhaft beweglichem Inhalte.

ι ist ein dünnes und schlankes, lebhaft bewegliches Stäbchen, welches sich mit Fuchsinlösung in toto, nach Gram nicht färbt. Auf der Gelatineplatte bildet es verflüssigende, mit Strahlenkranz versehene Colonien; in der Gelatinestichcultur entwickelt sich zunächst starke oberflächliche napfförmige Verflüssigung, während im Stich nur spurweises Wachsthum statt hat; später ergreift die Verflüssigung allmählich die gesammte Gelatine; ältere Gelatineculturen stinken. Bei 37° C. ist das Wachsthum entschieden weniger üppig als bei niedrigerer Temperatur: Auf der Agaroberfläche entwickeln sich nur wenig ausgedehnte, thautropfenartige Auflagerungen; lässt man diese Cultur nach der Herausnahme aus der Brüttemperatur bei Zimmertemperatur stehen, so entwickelt sich in den nächsten Tagen ein kräftiger, grauer, transparenter Belag; die Cultur stinkt. Auf der Kartoffel entsteht bei 37° in 48 Stunden ein nicht glänzender, trockener, ziemlich kräftiger gelber Belag. In Bouillon findet bei 37° ganz leichte gleichmässige Trübung statt; Indol wird nicht gebildet. Milch wird (bei 28°) weder in der chemischen Reaction verändert, noch wird sie zur Gerinnung gebracht. Eine mit 0,1 ccm der 24stündigen, bei 37° gewachsenen Bouilloncultur geimpfte Maus blieb gesund

Der Stamm $\varkappa$ steht dem Stamm ι ohne Zweifel sehr nahe. Die Cultureigenschaften deckten sich im allgemeinen, besonders auch, was die Eigenschaft betraf, bei Brüttemperatur weniger gut zu wachsen als bei niedrigeren Temperaturgraden. Die Unterschiede zwischen $\varkappa$ und ι, welche

sich ermitteln liessen, waren folgende: Während die Gelatinestichcultur bei ι zuerst starke napfförmige Verflüssigung und nur spurweises Wachsthum im Stichkanal zeigte, trat bei ϰ gleich von vornherein im ganzen Impfstich ziemlich gleichmässige und ziemlich kräftige Verflüssigung auf; ferner wurde mit ϰ auf der Agaroberfläche bei 37° — im Gegensatz zu ι — gar kein Wachsthum erzielt, während die hinterher bei Zimmertemperatur aufgestellte Cultur — wie bei ι — in den nächsten Tagen einen dicken Belag entstehen liess. Milch wurde (bei 28°) zunächst nicht verändert; nach etwa 8 tägiger Cultivirung zeigte sie ein geringes, nicht sehr festes Coagulum, leicht alkalische Reaction und etwas stinkenden Geruch.

Weitere Bacterienstämme wurden aus verschiedenen Wurstproben isolirt, welche am Tage nach dem Tode des St. aus dem Verkaufsladen des Schlächters K. entnommen worden waren:

8. Aus Leberwurst wurden zwei Bacterienstämme isolirt (α und β).

α ist ein grosser unbeweglicher Coccus, welcher sich nach Gram färbt, auf der Gelatineplatte kleine grobgranulirte Colonien bildet, in der Gelatinestichcultur ganz leichte, trichterförmige Verflüssigung des oberen Theils des Stichkanals zeigt. Bei der weiteren Entwickelung der Stichcultur bildet sich allmählich ein hellneapelgelber Belag auf der Oberfläche der Gelatine; es zeigt sich jetzt, dass das Verflüssigungsvermögen dieser Coccenart ein ganz minimales ist. Die Culturen riechen nicht. Bei 37°C. entsteht auf der Agaroberfläche in 24 Stunden ein kräftiger, weissgraugelber, nicht transparenter Belag; auch hier ist Geruch nicht wahrzunehmen. Auf der Kartoffelfläche entwickelt sich bei 37°C. in 48 Stunden ein feuchter, durchscheinender, ungefärbter, dünner Belag. Bei der Bouilloncultur bleibt die Flüssigkeit selbst klar; an den Wänden des Röhrchens sowie auf dem Boden findet sich bei der Bouilloncultur etwas krümliger Bodensatz. Indol wird nicht gebildet. Milch wird nicht zur Gerinnung gebracht. Pathogenität für Mäuse konnte nicht festgestellt werden.

β ist ebenfalls ein Coccus, welcher in allen seinen Cultureigenschaften dem Coccus α sehr nahe steht. Der wesentlichste Unterschied, welcher constatirt werden konnte, war der, dass die auf Agar und in der Gelatinestichcultur gewachsene Bacterienmasse nicht (wie bei α) einen gelblichen Ton besass, sondern weiss bis grauweiss gefärbt war. Im Uebrigen waren irgend welche wesentlichen Unterschiede nicht zu bemerken.

9. Aus Blutwurst wurden ebenfalls zwei Bacterienstämme isolirt (γ und δ).

γ ist eine Coccenart, welche in ihren morphologischen sowohl wie in ihren Cultureigenschaften dem Coccus β sich sehr nähert. Allerdings ist das Verflüssigungsvermögen der Gelatine gegenüber bei dem Coccus γ viel erheblicher als bei β, ferner ist das Wachsthum auf Kartoffeln ein üppigeres. Im Uebrigen aber konnten irgendwelche Unterschiede nicht aufgefunden werden.

δ ist ein kurzer, plumper, nicht eigenbeweglicher Bacillus, welcher sich mit Fuchsin in toto färbt, auf der Gelatineplatte kleine, runde, grobkörnige, buckelige Colonien bildet. In der Gelatinestichcultur entwickelt sich längs des Impfstiches ein ausserordentlich zarter Streifen, aus kleinsten grauweissen Kügelchen bestehend; später bildet sich auch auf der Oberfläche der Gelatine ein Belag, welcher weissgelblich gefärbt ist. Aeltere Gelatineculturen stinken etwas. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Bei 37 °C. bildet sich auf der Agaroberfläche ein kräftiger, grauer, transparenter Belag; die Culturen stinken leicht. Auf Kartoffeln findet kein deutliches Wachsthum statt; in Bouillon entwickelt sich bei 37 °C. ganz leichte gleichmässige Trübung. Indol wird nicht gebildet, Milch nicht verändert. Pathogenität für Mäuse war nicht nachzuweisen.

10. Aus Knackwurst wurde ein Bacterienstamm isolirt (σ).

σ ist ein kurzer, plumper, eigenbeweglicher Bacillus, welcher lange Ketten und kurze Glieder bildet, sich nach der Gram'schen Methode färbt. Die Nährgelatine wird nicht verflüssigt. Auf der Platte bilden sich Colonien aus, welche aus langen Fäden, wurstförmigen Knäueln und »Spirulinen« bestehen. In der Gelatinestichcultur findet nur an der Oberfläche, im Stich selbst gar kein Wachsthum statt; es bildet sich bald ein trüber, nicht transparenter, die gesammte Oberfläche überziehender Belag, welcher aus feinen, radiär angeordneten Fäden zusammengesetzt erscheint. Aeltere Stichculturen haben keinen Geruch. Bei 37° C. scheint das Wachsthum nicht so gut zu erfolgen wie bei niedrigerer Temperatur. Bei 37 °C. bildet sich auf der Agaroberfläche ein dünner grauer Belag; in Bouillon bei 37 °C. ist Wachsthum kaum zu constatiren; Indol wird nicht gebildet. Milch wird nicht verändert. Traubenzucker- ebenso wie Milchzuckerbouillon werden in der Reaction nicht verändert und zeigen keine Gasentwickelung; es findet überhaupt kein deutliches Wachsthum auf diesen Nährböden statt. Pathogene Eigenschaften wurden an dem Stamme σ nicht festgestellt.

Im Vorstehenden sind 15 Bacterienstämme aufgeführt, welche aus dem dem Institut zugegangenen Untersuchungsmaterial isolirt wurden. Ueberblicken wir die Eigenschaften der verschiedenen Stämme, so ist es leicht, sie in eine Reihe von Gruppen einzuordnen und auf diese Weise sich ein Bild von der Bedeutung ihrer Anwesenheit in dem Untersuchungsmaterial zu machen.

Der wesentlichste Befund wird ohne Zweifel repräsentirt durch die — soweit man das aus den bisherigen Untersuchungsergebnissen schliessen kann — mit einander identischen, aus der Leber resp. Milz der Leiche des St. gewonnenen 3 Stämme λ, ε und ζ. Die Art des Wachsthums auf der Gelatine, der Mangel der Indolproduction, das Unvermögen Milch zu säuern und zur

Gerinnung zu bringen, verbunden mit dem eigenthümlichen morphologischen Verhalten der qu. Stäbchen bei der Färbung (gefärbtes Mittelstück, ungefärbte Enden), legte mir den Verdacht sehr nahe, dass ich hier den »Bacillus enteritidis« in Händen hätte, welcher im Jahre 1888 von Gärtner[1]) als Erreger einer Fleischvergiftungsepidemie entdeckt und seitdem in einer ganzen Reihe von ähnlichen Fällen[2]) wiederum nachgewiesen worden ist. Der Verdacht wurde bestätigt durch die Ergebnisse der weiteren Untersuchung der Eigenschaften der genannten Stämme, namentlich des Verhaltens Thieren gegenüber. Ueber diese Ergebnisse soll weiter unten berichtet werden.

In eine weitere Gruppe lassen sich die 3 Stämme μ, η und ϑ einordnen, welche aus dem den Mageninhalt etc. der Leiche des St. enthaltenden Gefäss resp. aus dem Herzfleisch der Leiche gewonnen wurden. μ und η stimmen in allen ihren Eigenschaften mit dem Bacterium coli commune überein. ϑ verhält sich dem letzteren sehr ähnlich; auffällig war nur der Umstand, dass Eigenbeweglichkeit nicht ermittelt werden konnte, und dass die Agaroberflächenculturen eine geringere Transparenz darboten, als sie dem Bact. coli commune zukommt.

In eine dritte Gruppe gehören die 3 Stämme ν, π und ϱ. ν wurde aus dem Gefäss mit dem Mageninhalt etc., π aus dem Gefäss mit dem Urin der Leiche und ϱ aus dem in der Wohnung des verstorbenen St. aufgefundenen Thierfleisch gewonnen. Die 3 Stämme dürften in die Gruppe der Proteusarten gehören.

In eine vierte Gruppe gehören die beiden Stämme ι und $\varkappa$, die beide aus dem in der Wohnung des verstorbenen St. aufgefundenen Thierblut isolirt wurden. Es handelt sich hier ohne Zweifel um Bacillenarten, die zu den Fäulnisbacterien gehören.

1) Gärtner, Ueber die Fleischvergiftung in Frankenhausen am Kyffhäuser etc. Corr.-Bl. d. allg. ärztl. Vereins von Thüringen, 1888, Nr. 9.

2) Vergl. Karlinski, Centralbl. f. Bacteriol., Bd. 6, 1889, S. 289. — Gärtner und Johne, 21. Jahresber. d. Landes-Med.-Coll. über das Medicinalwesen im Kgr. Sachsen 1889, Leipzig 1891, S. 104 (citirt nach Levy, Arch. f. exp. Path. u. Pharm., Bd. 34, S. 353). — B. Fischer, Deutsche med. Wochenschr., 1893, S. 575. — Johne, Sonder-Abdr. a d. Bericht über das Veterinärwesen im Königr Sachsen für das Jahr 1894, S. 22 ff.: Eine Fleischvergiftung in Bischofswerda.

Beide wachsen besser bei niedrigerer Temperatur als bei 37°. κ scheint noch weniger gut die Brüttemperatur zu vertragen als ι; ferner scheint ι mehr auf die Gegenwart von freiem Sauerstoff angewiesen zu sein als κ. Im Uebrigen sind die beiden Stämme (von ihrem differenten Verhalten gegen Milch abgesehen) in ihren wesentlichen Eigenschaften identisch. Sie sind nicht pathogen.

Eine fünfte Gruppe bilden die 3 Stämme α, β und γ, welche aus Leberwurst resp. Blutwurst (aus dem Verkaufsladen des Schlächters K. stammend) gewonnen wurden. Es handelt sich um nach Gram sich färbende, nicht pathogene Coccenarten. α und β unterscheiden sich nur durch die Farbe des producirten Pigmentes; γ steht β sehr nahe; nur ist das Verflüssigungsvermögen viel erheblicher als bei β und das Wachsthum auf Kartoffeln üppiger.

Der Stamm δ, aus Blutwurst (aus dem Laden des Schlächters K.) gewonnen, repräsentirt einen Bacillus für sich: eine die Gelatine nicht verflüssigende, nicht pathogene Art, deren Culturen etwas stinken.

Der Stamm σ endlich, aus Knackwurst (aus dem Laden des Schlächters K.) gewonnen, ist ohne Zweifel identisch mit dem Bacterium Zopfii, einer nicht pathogenen Art, welche zuerst von Kurth 1883 aus dem Darminhalt des Huhns gewonnen wurde.

Die weiteren Versuche, welche mit den 3 Stämmen der ersten Gruppe, ε, ζ und λ, angestellt wurden, bezogen sich zunächst auf die Untersuchung des Verhaltens bei der Cultivirung in Gährungskölbchen mit Zuckerbouillon. Es zeigte sich hier zunächst, dass Traubenzuckerbouillon durch die genannten Stämme genau so verändert wird wie durch das Bacterium coli commune; d. h. es tritt Bildung einer nicht unbedeutenden Quantität Gas auf, welches zum Theil aus Kohlensäure, zum Theil aus einem brennbaren Gase besteht, und die Reaction der Bouillon wird kräftig sauer. Milchzuckerbouillon gegenüber ist das Verhalten jedoch ein von dem Verhalten des Bacterium coli commune durchaus abweichendes. Während nämlich die letztere Bacterienart in der Milchzuckerbouillon

genau dieselben Erscheinungen hervorruft wie in der Traubenzuckerbouillon, entwickeln unsere Stämme ϵ, ζ und λ in der Milchzuckerbouillon nur einige spärliche kleine Gasbläschen[1]), und die Reaction der Flüssigkeit bleibt alkalisch. Diese Beobachtung erweckte in mir den Verdacht, dass meine Milchzuckerbouillon zufällig Spuren von Traubenzucker enthielte, durch dessen Vergährung die wenigen Gasblasen entstanden seien; als ich jedoch eine Prüfung dieser Milchzuckerbouillon durch Einsaat von Presshefe vornahm, blieb jede Spur von Gasbildung aus, während dieselbe Hefesorte, in Traubenzuckerbouillon eingesät, dieselbe stürmisch, unter Entwickelung reiner Kohlensäure, vergohr. Es muss vorläufig dahingestellt bleiben, um was für eine Art von Gährung es sich bei dem Wachsthum unserer Bacterienstämme in Milchzuckerbouillon handelt. Jedenfalls erfährt der Milchzucker dabei irgendwelche Veränderung; denn als ich die Cultur in derselben Sorte Bouillon, die aber gar keinen Zuckerzusatz erfahren hatte, anstellte, blieb jede Gasbildung constant aus. Die Veränderung des Milchzuckers ist aber eine total andere als die, welche das Bacterium coli commune hervorbringt; denn bei der Cultur der letzteren Bacterienart tritt (neben der Bildung einer beträchtlichen Menge von Gas) kräftig saure Reaction der Nährflüssigkeit auf, und damit stimmt auch die Thatsache überein, dass das Bacterium coli commune die Milch gerinnen macht, während unsere Bacterienstämme, die der Michzuckerbouillon ihre ursprüngliche Alkalescenz belassen, auch die Milch nicht verändern. Jedenfalls coincidiren die genannten Aeusserungen unserer Bacterienstämme zuckerhaltigen Nährböden gegenüber mit dem, was bisher in dieser Richtung über den Bacillus enteritidis bekannt geworden ist.

Auf eine mir besonders wichtig erscheinende Thatsache möchte ich bei dieser Gelegenheit noch aufmerksam machen:

1) Ein besonderer Versuch ergab, dass auch dieses Gas z. Th. aus Kohlensäure, z. Th. aus einem brennbaren Gase besteht. — Uebrigens ist die Entwickelung dieser spärlichen kleinen Gasbläschen in den Milchzuckerbouillonkölbchen nichts Constantes; ich habe bei den weiteren Versuchen mit den in Rede stehenden Bacterienstämmen sie gelegentlich, wenngleich selten, fehlen sehen (Auflösung des gebildeten Gases in der Flüssigkeit?).

Wie oben angegeben, sind unsere 3 Stämme ε, ζ und λ mit lebhafter Eigenbewegung begabt. Wird eine eigenbewegliche Bacterienart in einen flüssigen Nährboden gebracht, so bringt sie unter allen Umständen mit der Entwickelung der Cultur eine Trübung des gesammten Nährbodens hervor, d. h. die Zellen gelangen in alle einzelnen Partien der Nährflüssigkeit hinein, falls sie überall ihre Existenzbedingungen finden. Bei der Cultivirung von Bacterienmaterial in Gährungskölbchen findet man nun bekanntlich — auch bei eigenbeweglichem Material — gar nicht selten, dass der aufsteigende, geschlossene Schenkel des Kölbchens von der Bacterientrübung nicht befallen wird; die Bacterien meiden in solchen Fällen diese Partien des Kölbchens offenbar aus dem Grunde, weil sich hier kein freier Sauerstoff findet, welcher hingegen zu dem offenen Schenkel ungehinderten Zutritt hat. Man kann aus solchem Verhalten der Bacterien, wenn dieselben Eigenbewegung besitzen, mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass die betreffenden Bacterien streng aërob sind. Das Bemerkenswerthe bei unseren Stämmen ist nun das, dass sie, in einem Gährungskölbchen cultivirt, welches Traubenzuckerbouillon enthält, die gesammte Flüssigkeit gleichmässig und stark trüben: sie vermögen in Gegenwart des Traubenzuckers unter streng anaëroben ebenso wie unter aëroben Bedingungen zu wachsen, während sie, im Milchzuckerbouillon-Kölbchen gezüchtet, sich fast ausschliesslich in der (offenen) Kugel des Kölbchens entwickeln (in dem geschlossenen Schenkel höchstens eine ganz geringe Trübung hervorbringen), d. h. dadurch also documentiren, dass sie in Milchzuckerbouillon unter Sauerstoffabschluss nur sehr kümmerlich gedeihen, dass sie hier behufs kräftigen Wachsthums auf die fortdauernde Zufuhr freien Sauerstoffs angewiesen sind. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass das Wesentliche hierbei der Mangel des Traubenzuckers ist; denn in einer Bouillon, in welcher weder Traubenzucker noch Milchzucker enthalten war, war die Erscheinung genau dieselbe wie in der Milchzuckerbouillon; nur blieb hier (wie bereits oben erwähnt) jede Gasbildung aus.

Bezüglich der Anordnung der Geisselfäden an den Zellen unserer Stämme ε, ζ, λ ist kurz zu bemerken, dass es mir gelang, an 24 Stunden alten, bei 37° gewachsenen Agarculturen 2—5 lange Geisselfäden an den einzelnen kurzen Zellen unserer Bacterien mit Hülfe der Löffler'schen Methode nachzuweisen.

Was die Thierversuche angeht, so wurden mit den Stämmen ε, ζ und λ zunächst je eine weisse Maus subcutan am Rücken inficirt; und zwar wurde den Thieren je 0,1 ccm einer 24 Stunden bei 37° gewachsenen Bouilloncultur injicirt.

Die ε-Maus wurde nach 20 Stunden, die beiden anderen Mäuse wurden nach 3 Tagen todt gefunden, nachdem sie vorher anscheinend schwer krank gewesen waren. In dem Herzblut der ε- und der ζ-Maus liessen sich mikroskopisch viel Kurzstäbchen nachweisen; bei der λ-Maus fanden sich mikroskopisch keine Bacterien im Herzblut. Durch die Cultur jedoch liessen sich bei dem letzteren Thiere sowohl aus dem Herzblut wie aus der Milz Bacterien in Reincultur züchten, bei denen die weitere Prüfung der Eigenschaften ihre Identität mit den verimpften Bacterien ergab. Ebenso wurden bei dem ε- und bei dem ζ-Thier die verimpften Bacterien durch die Cultur aus dem Herzblut wiedergewonnen. Die Untersuchung der inneren Organe der Thiere in Schnitten ergab bei dem ε- und bei dem ζ-Thier überall in den Blutgefässen kurze Stäbchen, welche besonders zahlreich in der Leber anzutreffen waren, dort vielfach herdweise wurstförmige Zusammenlagerungen bildend. Bei dem λ-Thier fanden sich in den Schnitten der Organe nur sehr spärliche Bacterien.

Ein zweiter Versuch wurde an 3 weissen Mäusen angestellt, die mit bezw. ε-, ζ- und λ-Cultur gefüttert wurden.

Es wurde zu diesem Zweck etwas frisches Brot (Krume) mit je etwa 5—10 ccm 24 Stunden bei 37° C. gewachsener Bouilloncultur durchfeuchtet und dieses durchfeuchtete Brot den Thieren als einzige Nahrung gereicht. Die λ-Maus wurde nach 5 Tagen, die ζ-Maus nach 6 Tagen, die ε-Maus nach 8 Tagen todt gefunden, nachdem das ε- und das ζ-Thier vorher keinen besonders schwer kranken Eindruck gemacht hatten, während das λ-Thier anscheinend schwer krank gewesen war. Diarrhöen waren bei den Thieren nicht constatirt worden. Bei der Section fand sich die Milz bei allen drei Thieren stark vergrössert und dunkel gefärbt, die Darmgefässe waren stellenweise leicht injicirt. Im Herzblut konnten bei allen drei Thieren Stäbchen nachgewiesen werden. Die Culturuntersuchungen liessen bei dem ε-Thier aus dem Herzblut, bei den beiden anderen Thieren aus Leber und Herzblut (bei dem ε-Thier war keine Cultur aus der Leber angelegt worden) Bacterien in Reincultur gewinnen, die in allen ihren Eigenschaften völlig den verfütterten glichen. Bei allen drei Thieren wurde auch der Darminhalt (hellbrauner flüssiger Inhalt des Dünndarms) durch die Cultur geprüft: Aus dem ε- und dem λ-Thier wurde nur das Bacterium coli commune gewonnen, wäh-

rend das dritte Thier, die ζ-Maus, Bacterien von der Art der verfütterten in ihrem Darme beherbergte. Die Prüfung der Artzugehörigkeit der durch die Culturen gewonnenen Bacterien geschah mit grösster Sorgfalt unter Zuhilfenahme aller oben namhaft gemachten Kriterien. Die Untersuchung der Organe der drei Thiere in Schnitten ergab überall in den Gefässen liegende Kurzstäbchen.

Von 3 Kaninchen, welche mit bzw. ε-, ζ- und λ-Cultur (je 0,5 ccm Bouilloncultur, 24 Stunden bei 37° gewachsen) subcutan geimpft wurden, blieben zwei, das ε- und das ζ-Thier, dauernd gesund, während das λ-Thier nach 3 Tagen einging.

Bei diesem Thiere zeigte sich die Darmserosa an einigen Stellen stärker injicirt, sonst fand sich pathologisch-anatomisch nichts Besonderes. Im Herzblut fanden sich mässig zahlreiche Kurzstäbchen; durch die Cultur wurden aus dem Herzblut sowie aus der Leber die verimpften Bacterien wiedergewonnen. In den inneren Organen wurden bei Schnittuntersuchungen in den Gefässen liegende Stäbchen gefunden.

Von 3 Meerschweinchen wurden zwei subcutan mit ε- resp. λ-Cultur geimpft (je 0,5 ccm 24 Stunden bei 37° gewachsener Bouilloncultur), während das dritte Thier intraperitoneal mit derselben Quantität einer entsprechend hergestellten ζ-Cultur geimpft wurde.

Die beiden subcutan geimpften Thiere gingen nach 5 Tagen ein; die Milz war bei beiden vergrössert und bot zahlreiche oberflächliche graue Knötchen. Bei dem λ-Thier wurde eine eitrige Pericarditis constatirt. In dem Herzblut fanden sich bei beiden Thieren spärliche Kurzstäbchen; in dem pericarditischen Eiter des λ-Thieres wurden zahlreiche Kurzstäbchen, theils frei, theils in Zellen eingeschlossen, gefunden. Durch die Cultur wurden bei beiden Thieren aus Herzblut und Leber die verimpften Bacterien wiedergewonnen. Das intraperitoneal geimpfte ζ-Thier ging nach ca. 20 Stunden zu Grunde. Es fanden sich eitrige Beschläge auf den Bauchorganen, namentlich der Leber; mikroskopisch wurden in dem Eiter zahlreiche, vielfach in Zellen eingeschlossene Kurzstäbchen festgestellt. In dem Herzblut waren ebenfalls Kurzstäbchen mikroskopisch nachzuweisen, welche sich durch die Cultur als identisch mit den verimpften erwiesen.

Ein Hund (kleiner, hellbrauner Affenpintscher), welchem Fleisch und Organe des oben erwähnten, nach Infection mit λ-Cultur gestorbenen Kaninchens vorgesetzt wurden, verhielt sich zunächst 2 Tage lang ablehnend gegen diese Nahrung. Das Fleisch war währenddessen in Fäulnis übergegangen und wurde entfernt; dafür wurden dem Thiere sofort Fleisch und Organe der beiden oben erwähnten nach subcutaner Impfung

mit ε- resp. λ-Cultur gestorbenen Meerschweinchen (in kleingewiegtem Zustande) vorgesetzt.

Bis zum nächsten Tage frass das Thier auch hiervon nichts; jedoch verschlang es alsdann das gesammte Material. Am Tage darauf wurde dem Thiere wieder seine gewöhnliche Nahrung, Hundekuchen, gereicht. Der Hund bekam weder Durchfall noch wurde er irgendwie krank.

Ein weiterer Fütterungsversuch wurde an 2 Meerschweinchen unternommen, welche Brot zu fressen bekamen, welches mit frischer Bouilloncultur (ζ- resp. λ-Cultur) getränkt worden war.

Das eine Thier (320 g Körpergewicht) blieb nach dem Genusse des Bacterienmaterials dauernd gesund. Das andere, mit der ζ-Cultur gefütterte Thier (420 g schwer) wurde 6 Tage nach der Verabreichung des Futters todt gefunden. Im Rectum fanden sich keine geformten Fäces. Pathologisch-anatomisch war im Uebrigen etwas Auffallendes nicht zu finden. Im Herzblut fanden sich ziemlich zahlreiche Kurzstäbchen. Sowohl aus dem Herzblut und der Leber wie auch aus dem Darm konnte ich Stäbchen isoliren, welche völlig der verfütterten Art entsprachen. Auch hier geschah die Identificirung selbstverständlich mit der grössten Sorgfalt unter Benutzung sämmtlicher mikroskopischer und Cultur-Hülfsmittel.

Ueberblicken wir die Ergebnisse der geschilderten Thierversuche, so finden wir, dass unseren 3 Bacterienstämmen ε, ζ und λ hohe pathogene Eigenschaften zukommen. Mäuse und Meerschweinchen sind gegen subcutane Einverleibung der genannten Bacterien sehr empfindlich, weniger empfänglich für die Infection verhalten sich Kaninchen. Mäuse und Meerschweinchen lassen sich auch leicht vom Magendarmkanal aus tödtlich inficiren. Die in den Darm eingeführten Bacterien finden sich nach dem Tode in den inneren Organen wieder. Diese Ergebnisse, im Verein mit den oben geschilderten Cultureigenschaften der Stämme ε, ζ und λ, machen es zur vollen Gewissheit, dass wir in ihnen den Bacillus enteritidis Gärtner vor uns haben. In Bezug auf das mikroskopische Bild, welches diese Bacterienart darbietet, ist es noch wichtig zu bemerken, dass ich das eigenthümliche Auftreten des gefärbten Mittelstücks der Stäbchen bei ungefärbt bleibenden Enden nur an Gelatineculturen constatiren konnte; bei der Entnahme von Material aus dem Thierkörper kam dieses eigenthümliche färberische

Verhalten nicht zum Ausdruck. Es stimmt diese Beobachtung mit einer entsprechenden Johne'schen überein.[1])

Auf Grund der vorstehenden Untersuchungen erstattete ich der Kgl. Staatsanwaltschaft zu O. das folgende Gutachten:

».... Durch die Untersuchungen ist mit Sicherheit festgestellt, dass in den inneren Organen der Leiche des St. ein bestimmter, specifischer Mikroorganismus (der Bacillus enteritidis) vorhanden gewesen ist, der bereits in einer Reihe von bacteriologisch untersuchten Fleischvergiftungen als der Erreger sich herausgestellt hat. Es darf daher angenommen werden, dass auch in dem vorliegenden Falle dieser Mikroorganismus resp. seine Einführung in den menschlichen Organismus die Ursache der beobachteten Fleischvergiftungen gewesen ist, und ebenso ist es kaum zweifelhaft, dass die von dem Schlächter K. in St. bezogenen Fleischwaaren (resp. das von K. bezogene Thierblut oder die von demselben bezogenen fertigen Würste), nach deren Genuss die Erkrankungen beobachtet wurden, den fraglichen giftigen Mikroorganismus enthalten haben.

Eine experimentelle Stütze für die letztere Annahme haben die Untersuchungen der eingeschickten Gegenstände allerdings nicht ergeben. Es wurden aus den resp. Objecten eine ganze Anzahl von Bacterienarten in Reinculturen gewonnen, von denen aber keine sich als identisch erwies mit dem obengenannten Bacillus enteritidis, und von denen auch keine nach ihren sonstigen Eigenschaften als Ursache der Vergiftungsfälle hätte angesehen werden können. Zur Deutung dieses Resultates dürfte es naheliegen anzunehmen, dass der in der Leiche des St. nachgewiesene giftige Mikroorganismus zwar in den zur Untersuchung eingesandten Fleisch- etc. Proben ursprünglich vorhanden gewesen, aber (durch concurrirende Fäulnisbacterien verdrängt) bereits wieder daraus verschwunden gewesen sei, als die Untersuchungen vorgenommen wurden. Diese Annahme erscheint namentlich für diejenigen Proben wahrscheinlich, welche unmittelbar nach dem Tode des St. am 25. Mai in dessen Wohnung

1) Johne, a. a. O., S. 27.

aufgefunden wurden. Was die eingesandten Wurstproben angeht, welche erst am Tage nach dem Tode des St., am 26. Mai Nachmittags, aus dem K.'schen Laden entnommen wurden, so kann bezüglich der Deutung des negativen Ausfalls der mit denselben angestellten Untersuchungen die Vermuthung natürlich nicht ohne weiteres von der Hand gewiesen werden, dass sie den obengenannten giftigen Mikroorganismus auch ursprünglich überhaupt gar nicht enthalten haben.«

Studien zur Frage der Beeinflussung der Färbbarkeit von Bacterienmaterial durch vorhergehende Einwirkung bacterienschädigender Momente.

Von

Dr. Const. X. Hieroclès
aus Trapezunt.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Ueber die Beeinflussung der Färbbarkeit von Bacterienmaterial durch Behandlung des Materials mit besonderen, mehr oder weniger eingreifenden, chemischen oder thermischen Mitteln, liegen in der Literatur bereits eine Reihe von Mittheilungen vor. Im Jahre 1884 ermittelte H. Buchner[1]), dass Bacillensporen, die bekanntlich im allgemeinen dem Eindringen von Farbstoffen energischen Widerstand leisten, dadurch für die Farbstoffe leicht zugänglich gemacht werden können, dass man die Trockenpräparate längere Zeit bei höheren Temperaturen im Trockenschrank hält, oder dass man sie längere Zeit im gespannten Dampf (120°) hält, oder dass man sie mit concentrirter Schwefelsäure oder concentrirter Kalilauge behandelt. Möller[2]) studirte 1891 den Einfluss der Maceration auf die Zugängigkeit der Sporen für Farbstoffe; er fand in dem Chlorzinkjod (concentrirte Lösung) oder noch besser in der Chromsäure (5 proc. Lösung) vortreffliche Mittel, um Bacillensporen so zu beeinflussen, dass sie für die Farbstoffe leichter zugängig werden,

1) Aerztl. Intell.-Bl., 1884, Nr. 33, S. 370.
2) Centralbl. f. Bact., Bd. 10, 1891, Nr. 9.

und bezeichnet die Chromsäure geradezu als ein »Universalmittel zur Sporenfärbung«; er fand gleichzeitig (wie sich das bei den citirten Buchner'schen Untersuchungen in ähnlicher Weise bereits gezeigt hatte), dass das Protoplasma der Bacillensubstanz bei der Maceration oft so geschädigt wird, dass eine Färbung desselben nicht mehr möglich ist. Foth[1]) benutzte statt der Chromsäure mit Vortheil Wasserstoffsuperoxyd zur Sporenfärbung. Ernst[2]) konnte die Möller'schen Ermittelungen bebestätigen und fand, dass die (mit Chromsäure) macerirten Sporen (und ebenso auch Tuberkelbacillen) auch der Ehrlich-schen, Gram'schen etc. Färbung leicht zugängig werden.

Handelt es sich in den citirten Mittheilungen fast ausschliesslich um die Erleichterung der Sporenfärbung, so gibt es andererseits eine Reihe von Mittheilungen in der Literatur, welche sich mit der Beeinflussung des zu färbenden Bacterienmaterials in anderem Sinne und zu anderen Zwecken beschäftigen. Man kann hierher die von A. Gottstein[3]) vorgenommene Beeinflussung des Materials durch Fette rechnen, ferner die Löffler'sche Beizebehandlung des Materials zum Zwecke der Geisselfärbung etc. Auch die Angabe von Günther[4]) kann hierhergerechnet werden, dass man Bacterienmaterial ganz im allgemeinen stundenlang in der in den Laboratorien gebräuchlichen Säuresublimatlösung behandeln kann, ohne dass die Färbbarkeit verändert wird.

Meine im Folgenden zu referirenden Versuche stellten sich die Aufgabe, einerseits die Einwirkung gewisser bacterienschädigender Momente (Wasserdampf, trockene Hitze, Chlor, Brom, Jod, Formalin, Sonnenlicht) auf verschiedenartiges, bacillen- und sporenhaltiges Material hinsichtlich der Beeinflussung der Färbbarkeit im allgemeinen zu studiren, andererseits zu untersuchen, wie sich diese Beeinflussung hinsichtlich der Färbbarkeit nach Gram bei einigen nach Gram färbbaren resp. nicht färbbaren Bacterienarten gestalten würde. Die Zusammensetzung

1) Centralbl. f. Bact., Bd. 11, 1892, S. 273.
2) Dasselbe, Bd. 16, 1894, S. 182.
3) Fortschr. d. Med., 1886, Nr. 8.
4) Einführung in das Studium der Bacteriol., 2. Aufl., Leipzig 1891, S. 52.

des Bacterienleibes ist, namentlich was die Eiweissstoffe anlangt, noch sehr unvollständig bekannt. Die Veränderungen, welche in ihm durch chemische Agentien geschaffen werden und durch die Färbung zum Ausdrucke kommen, können daher über die Gleichartigkeit oder Verschiedenartigkeit des Ausgangsmaterials immerhin einige Anhaltspunkte liefern.

Der Gang der Untersuchung war folgender:

Wir liessen, um festzustellen, welchen eventuellen Einfluss die Behandlung verschiedener Arten von Bacillen resp. Sporen mit gewissen bacterienschädigenden Mitteln auf die Färbbarkeit dieser Objecte hätte, auf dieselben verschiedene Reagentien, und zwar chemische sowohl wie physikalische (thermische), einwirken.

Die Arten von Mikroorganismen, welche dieser Beeinflussung unterworfen wurden, sind folgende:

a) Bacillus mycoides
b) » subtilis
c) Trommelschläger
d) eine Thermophilenart
e) Typhusbacillus
f) Diphtherie-Bacillus.

Die zu den Versuchen nothwendigen Bacterienreinculturen entnahmen wir — mit Ausnahme der Thermophilenart — der Reinculturensammlung des Instituts, während wir die Thermophilenart aus Erde des Berliner Thiergartens in folgender Weise herstellten: Frische Erde wurde in sterilisirten Reagenzröhrchen aufgenommen, auf sterilisirte Kartoffelkeile gestrichen und 48 Stunden bei einer Temperatur von 56° C. aufgestellt. Aus einem der Röhrchen wurde auf 3% Agarnährboden (1½% Agarnährboden fliesst ja bei einer Temperatur von 56° C. zusammen) in Agarschälchen abgeimpft (Original und Verdünnungen), und schliesslich konnten wir durch weitere Abimpfung (von der ersten Verdünnung, weil in der zweiten Verdünnung nichts zum Wachsen gelangte) wieder auf 3% Agarnährboden in Reagenzröhrchen (Original und Verdünnungen) eine Reincultur von einer Thermophilenart bei der Temperatur von 56° C. gewinnen.

Die Deckgläschen wurden in folgender Weise vorbereitet: Wir brachten dieselben in grosser Anzahl in kochendes Sodawasser, spülten sie mit Wasser ab, dann wurden sie der Reihe nach in Salzsäure geschickt, mit Wasser wiederum abgespült, in absoluten Alkohol gebracht, mit einem reinen Lappen abgetrocknet und schliesslich im Trockenschrank 2 Stunden lang behufs der Sterilisirung und Entfettung gehalten.

Die so entfetteten und sterilisirten Deckgläschen wurden wieder in grosser Zahl mittelst einer Suspension bestrichen, welche in folgender Weise bereitet wurde: Wir brachten in ein, abgekochtes (und abgekühltes) Leitungswasser enthaltendes, sterilisirtes Uhrschälchen vier gute Oesen abgekratzten Reinculturmaterials (stets Agarculturen, welche bis zur Sporenbildung entwickelt waren), und unter Reibung mischten wir innig beide Substanzen zusammen. Auf jedes Deckgläschen wurde eine Platinöse voll gebracht und gleichmässig darauf ausgestrichen. Die bestrichenen Deckgläschen liessen wir in der Luft trocknen und bewahrten sie in sterilisirten Petri'schen Schälchen auf.

Die Beeinflussung fand mittelst folgender Reagentien statt:

a) Gewöhnliches 40proc. Formalin.

b) Jodjodkaliumlösung (gewöhnliche Gram'sche Lösung, bestehend aus 1,0 Jodi puri, 2,0 Kali jodati und 300,0 Wasser).

c) Gesättigtes Bromwasser.

d) Bromdämpfe: In Reagenzröhrchen wurden einige Tropfen reinen Broms hineingethan, darauf ein kleines Stück Watte, welche die kleine Quantität von Brom aufsaugte. Hierauf ordneten wir in die Reagenzröhrchen die, je nach dem Lumen derselben, mit dem Schneide-Diamanten in passender Grösse zurecht geschnittenen Deckgläschen, verschlossen schliesslich die Reagenzröhrchen sammt den Deckgläschen mit Gummikäppchen, und stellten sie zur Beeinflussung fast horizontal.

e) Dampf von 100° C. (Dampftopf).

f) Trockenschrank. In die Mitte desselben wurde eine Metallplatte horizontal gestellt, und hierauf dicht neben dem von oben herabgesenkten Thermometer wurden die

Deckgläschen in Glasschälchen disponirt, sodass Thermometerkugel und Deckgläschen auf demselben Niveau standen. Wir mussten bei diesen Trockenschrankversuchen stets das Thermometer fortwährend im Auge behalten, um die Temperatur in den festgesetzten Grenzen (114—120° C. und 136—144° C.) zu halten.

g) Sonnenlicht (damit wurde der Versuch nur mit dem Bacillus subtilis gemacht).

h) Chlorgas. Dasselbe wurde nach der Angabe von Fresenius[1]) hergestellt: In eine Retorte wurden gebracht: 18 Gewichtstheile Kochsalz, 15 Gewichtstheile Braunstein; dann wurde zugesetzt ein wieder erkaltetes Gemisch von 45 Gewichtstheilen concentrirter Schwefelsäure und 21 Gewichtstheilen Wasser. Zur raschen Entwickelung wurde unter der Retorte eine kleine Flamme angebracht. Das sich entbindende Gas wurde durch 2 Waschflaschen geschickt, von denen die erste (Wulf'sche) eine concentrirte Lösung von übermangansaurem Kali (zur Absorption der eventuellen Salzsäure), die zweite concentrirte Schwefelsäure (zur Absorption des Wassers) enthielt. Dann wurde das Gas durch weite Glasröhren geleitet, welche mit unseren Deckgläschen beschickt waren, und schliesslich in Wasser aufgefangen. Die einzelnen, die Deckgläschen enthaltenden Röhren wurden nach der Durchleitung des Gases in der Weise luftdicht verschlossen, dass wir die an den Röhrenenden angebrachten engen Gummischläuche von den die Röhren unter einander verbindenden Glasröhrchen befreiten und die letzteren durch Glasstäbchen ersetzten.

Die bei dem letzten Versuche nebenher gewonnene Lösung von Chlorgas in (destillirtem) Wasser benutzten wir als gesättigtes:

i) Chlorwasser.

Die Beeinflussung mittelst flüssiger Reagentien machten wir in der Weise, dass wir die Deckgläschen, mit der bestrichenen

1) Anl. z. qual. chem. Analyse. 15. Aufl., 1885, S. 56.

Fläche nach oben gerichtet, in Glasschälchen arrangirten, hierauf das betreffende flüssige Reagens übergossen, und zwar unter Vorsicht, um die Uebereinanderlagerung der Deckgläschen zu vermeiden, und schliesslich zudeckten. Auf diese Weise ging die Beeinflussung synchron sowohl wie gleichmässig von statten.

Der Beeinflussung liessen wir jedes Mal eine kräftige Abspülung mit Leitungswasser und Lufttrocknen folgen. Nur die mit Bromdämpfen beeinflussten Deckgläschen schickten wir zunächst in absoluten Alkohol, und erst hierauf in Leitungswasser.

Die Beeinflussungszeit wurde meist in 6 Abschnitte getheilt, und zwar wurde sie vorgenommen 10 Minuten, 20 Minuten, 40 Minuten, 1 Stunde, 2 Stunden und 24 Stunden lang. Aber hie und da mussten wir, bei gegebener Anregung, diese a priori festgesetzten Grenzen überschreiten, wodurch ein reichlicher beeinflusstes Material zu Stande kam.

Nach der Beeinflussung wurden die Objecte gefärbt. Eine Fixirung der Deckgläschen in der Flamme blieb stets ausgeschlossen. Alle Färbungen wurden auf der Cornet'schen Zange gemacht. Die Färbungen selbst nahmen wir mit den gewöhnlichen Färbungsmitteln vor, und zwar mit:

A) Einfacher Fuchsinlösung (10 ccm gesättigte alkoholische Fuchsinlösung ad 100 ccm Wasser). Wir liessen dieselbe auf das Object bei Zimmertemperatur 1 Minute lang einwirken, spülten mit Leitungswasser sorgfältig ab und trockneten in der Flamme, um schliesslich in Balsam einzuschliessen.

B) Ehrlich'scher Fuchsinlösung (11 ccm gesättigte alkoholische Fuchsinlösung, 4 ccm Anilinöl, 100 ccm Wasser). Wir beschickten die Deckgläschen mit dieser Lösung, erhitzten über der Flamme bis zur einmaligen Blasenbildung, liessen 1 Minute lang stehen, spülten mit Leitungswasser ab, trockneten über der Flamme und schlossen in Balsam ein.

Die benutzten Farblösungen wurden stets in frisch hergestelltem Zustande angewendet.

Die Untersuchungsresultate finden sich ausführlich auf den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle I. **Mycoides.**

	Fuchsin (1 ges. alkoholische Lösung + 10 Wasser)	Ehrlich-Fuchsin
Controle	Bac. u. freie Sporen. Bac. intensiv gefärbt. Sporen am Rande kräftig gefärbt, der Inhalt nur schwach gefärbt.	Färbung des Inhalts der Sporen intensiver als links. Sonst wie links.
Dampf	**1 Min.** Wie Controle.	**1 Min.** Wie Controle.
	10 Min. Bac.-Subst. an einigen Stellen weniger intensiv gefärbt. Sporen theilweise etwas intensiver gefärbt als bei Controle.	**15 Min.** Sporen vielleicht etwas intensiver als bei 1 Min. Bac.-Subst wie Controle.
	30 Min. Sporen vielfach intensiv gefärbt. Bac.-Subst. wie bei 10 Min. Beeinflussung.	**30 Min.** Sporen ausserordentlich intensiv gefärbt. Bac.-Subst. wie Controle.
	$2\frac{1}{2}$ Std. Sporen meist ausserordentlich intensiv gefärbt.	**$2\frac{1}{2}$ Std.** Sporen meist ausserordentlich intensiv gefärbt.
Trockenschrank	**114—120° C.** 30 Min. Kein wesentl. Untersch. geg. Controle.	**114—120° C.** 30 Min. Kein wesentl. Untersch. geg. Controle.
	136—144° C. 30 Min. Kein wesentl. Untersch. geg. Controle	**136—144° C.** 30 Min. Kein wesentl. Untersch. geg. Controle.
	136—144° C. $1\frac{1}{2}$ Std. Sporen meist intensiv gefärbt. (Bac.-Subst. überall intensiv.)	**136—144° C.** $1\frac{1}{2}$ Std. Sporen u. Bac. sehr intensiv gefärbt.
Chlorwasser	**10 Min.** Bac.-Subst. ganz blass. Sporen wie Controle.	**10 Min.** Bac. u. Sporen ausserordentlich intensiv gefärbt.
	1 Std. Bac.-Subst. meist ganz blass, auch besser gefärbte Stäbchen. Sporen wie Controle.	**1 Std.** Ebenso.
	24 Std. Bac. meist sehr blass. Sporen meist wie Controle.	**24 Std.** Kein wesentlicher Unterschied (10 Min. u. 1 Std.)
	48 Std. Contouren der Sporen meist blass und wenig durch Färbung angedeutet.	**48 Std.** Das Bild ist ungefähr wie das der vorhergehenden Beobachtungen; unter den Sporen sind jedoch viele, welche wenig intensiv, nicht dunkelschwarzroth wie die anderen, sondern mehr kirschroth gefärbt sind.
Chlorgas	**24 Std.** Manche Sporen intensiver gefärbt als Controle, bei den meisten jedoch ist die Färbung nicht anders als bei der Controle.	**24 Std.** Färbung der Sporen vielleicht etwas intensiver als bei der Controle, jedenfalls aber nicht erheblich.

	Fuchsin (1 ges. alkoholische Lösung + 10 Wasser)	Ehrlich-Fuchsin
Brom-wasser	**1 Min.** Färbung der Bacillen etwas blasser als Controle, sonst nichts besonderes. **10 Min.** Wie 1 Min. **1 Std.** Ebenso. **24 Std.** Bac. sehr blass, Sporen etwa wie bei d. Controle.	**1 Min.** Sporen meist intensiver gefärbt als Controle. Bac. intensiv gefärbt. **10 Min.** Wie 1 Min. **1 Std.** Wie 1 Min. **24 Std.** Bac. u. Sporen intensiv gefärbt, aber die Bac. wie gequollen, auch die Sporenumgränzung wie gequollen.
Brom-dämpfe	**2 Std.** Bac.-Subst. sehr blass, Sporen wie bei der Controle. **24 u. 48 Std.** Das Material ist vom Deckglas verschwunden.	**2 Std.** Bac. blasser als im Controlpräparate, ebensowohl auch die Sporen. **24 u. 48 Std.** Wie links.
Jod-lösung	**10 Min.** Wie Controle. **1 Std.** Bacillenfärbung meist etwas blasser, Sporen wie Controle. **24 Std.** Wie 1 Stunde.	**10 Min.** Wie Controle. **1 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Wie Controle.
For-malin	**10 Min.** Wie Controle. **1 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Wie Controle.	**10 Min.** Wie Controle. **1 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Sporen innen etwas weniger intensiv gefärbt als bei Controle, sonst kein Unterschied v. Controlpräparat.

Tabelle II. **Subtilis.**

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Ehrlich-Fuchsin
Controle	Viel freie Sporen, die Contouren derselben sind intensiv gefärbt, der Inhalt gefärbt, nur wenig sporenfreie Bac., die intensiv gefärbt sind.	Färbung wie links, nur ist der Inhalt der Sporen mässig kräftig mitgefärbt.

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Ehrlich-Fuchsin
Dampf	**1 Min.** Wie Controle. **2 Min.** Wie Controle. **4 Min.** Das Innere der Sporen hat schon erheblich Farbstoff angenommen. **30 Min.** Intensive Färbung der Sporen (auch der Bac.). **2½ Std.** Dasselbe Bild wie 30 Min.	**1 Min.** Wie Controle. **2 Min.** Wie Controle. **4 Min.** Die meisten Sporen viel intensiver als in d. Contr. **30 Min.** Ausserordentlich intensive Färbung der Sporen (auch der Bacillen). **2½ Std.** Wie bei 30 Min.
Trocken-schrank	**110—120° C.** 30 Min. Sporen haben den Farbstoff ziemlich erheblich angenommen. **136—144° C.** ½ Std. Wie 110—120° C. **136—144° C.** 1½ Std. Wie 110—120° C. 30 Min.	**110—120° C.** 30 Min. Sporen und Bac. ausserordentlich intensiv gefärbt. **136—144° C.** ½ Std. Wie 110—120° C. **136—144° C.** 1½ Std. Wie bei 110—120° C. 30 Min.
Chlor-wasser	**10 Min.** Sporen wie Controle, die Bac. erscheinen als Schläuche mit gefärbten Contouren, der Inhalt derselben nur mässig gefärbt, die Ränder kräftig gefärbt. **40 Min.** Ungefähr dasselbe wie bei 10 Min., nur ist die eigenthüml. Randfärbung d. Bac. noch ausgesprochener. **24 Std.** Kein wesentlicher Unterschied gegen 40 Min. Beeinflussung.	**10 Min.** Sporen intensiv gefärbt, Bac. ebenfalls, und zwar gleichmässig. **40 Min.** Wie 10 Min. **24 Std.** Wie 40 Min.
Chlor-gas	**30 Min.** Bac. wie Controle, das Innere der Sporen etwas gefärbt. **2 Std.** Wie 30 Min. **24 Std.** Sporen intensiv gefärbt, Bac. wie Controle.	**30 Min.** Die Sporen erheblich intensiver gefärbt als Contr. **2 Std.** Sporen noch intensiver gefärbt als bei 30 Min. **24 Std.** Sporen sehr intensiv gefärbt, Bac. wie Controle.
Brom-wasser	**10 Min.** Sporen wie Controle, Bac. kaum sichtbar, ausserordentlich blass gefärbt. **40 Min.** Bac. blass gefärbt, Sporen wie Controle.	**10 Min.** Sporen sehr intensiv gefärbt, Bacillen ebenfalls ausserordentlich intensiv gefärbt. **40 Min.** Wie bei 10 Min.

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Ehrlich-Fuchsin
Bromwasser	**2 Std.** Keine wesentliche Veränderung. **24 Std.** Keine wesentliche Veränderung.	**2 Std.** Keine wesentliche Veränderung. **24 Std.** Keine wesentliche Veränderung.
Bromdämpfe	**2 Std.** Sporen wie Controle, Bac. vielfach lückenhaft gef. **24 Std.** Bac. gar nicht zu sehen, Sporen wie geschrumpft und missgestaltet. **48 Std.** Nichts mehr von dem Material zu erblicken.	Ungefähr dasselbe wie links.
Jodlösung	**10 Min.** Wie Controle. **40 Min.** Sporen zeigen ausserordentlich dünne, schmale Contouren, Bac. wie Controle. **1 Std.** Sporen-Contouren meist ausserordentlich zart. **24 Std.** Wie 1 Std.	**10 Min.** Wie Controle. **40 Min.** Sporen zum Theil intensiver gefärbt als bei Controle, sonst wie Controle. **24 Std.** Die meisten Sporen intensiv gefärbt, die Bac. wie Controle.
Formalin	**10 Min.** Wie Controle, die Farbe ist bläulich-roth. **40 Min.** Wie 10 Min. **2 Std.** Wie 10 Min. **24 Std.**, ebenso **8 Tage.** Keine wesentliche Veränderung. Ein Controlpräparat, welches nicht mit Formalin behandelt, sondern 5 Min. in Salzsäure gelegt wird, dann abgespült und mit Fuchsin gefärbt wird, zeigt in der Färbung ebenfalls eine bläuliche Nüance, wenn dieselbe auch nicht so deutlich ist, wie in dem Formalinpräparat.	**10 Min.** Wie Controle, die Farbe ist von dem gewöhnlichen Ton des Fuchsins. **40 Min.** Die Sporen meist etwas intensiver gefärbt als Controle. **2 Std.** Wie 40 Min. **24 Std.** Keine wesentliche Veränderung. Ton der Farbe wie 10 Min. **8 Tage.** Keine wesentliche Veränderung.
Sonnenlicht	**1 Std.** Wie Controle. **2 Std.** Sporen wie Controle, die Fäden meist etwas blasser gefärbt in ihrem Inhalt.	**1 Std.** Wie Controle. **2 Std.** Sporen wie Controle, Fäden entschieden etwas weniger kräftig gefärbt als in der Controle.

Tabelle III. **Trommelschläger.**

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Ehrlich-Fuchsin
Controle	Viel freie Sporen, wenig sporenhaltige Stäbchen, ziemlich reichliche Stäbchen ohne Sporen, die Bac. in normaler Weise gefärbt, Sporen am Rande intensiv, im Innern wenig gefärbt.	Stäbchen intensiv, Sporen etwas intensiver gefärbt als links.
Dampf	**10 Min.** Nicht wesentlich gegen Controle verändert. **2½ Std.** Nicht wesentlich verändert gegen Controle.	**10 Min.** Stäbchen mässig kräftig gefärbt, Sporen sehr intensiv gefärbt, erheblich stärker als Controle. **2½ Std.** Nicht wesentlich verändert gegen 10 Min.
Trocken-schrank	**114—120° C.** 30 Min. Keine wesentl. Veränderg. geg. Contr. **136—144° C.** 30 Min. Die Stäbchen erscheinen etwas wie gequollen, in ihren Contouren unscharf, sonst keine Veränderung gegen Controle. **136—144° C.** 90 Min. Ungefähr wie 30 Min.	**114—120° C.** 30 Min. Keine wesentliche Veränderung gegen Controle. **136—144° C.** 30 Min. Stäbchen und Sporen intensiv gefärbt. **136—144° C.** 90 Min. Ungefähr wie 30 Min.
Chlor-wasser	**10 Min.** Die Sporen gefärbt wie Controle, die Bac. meist sehr blass, stellenweise wie Schläuche mit blassem Inhalt erscheinend. **1 Std.** Kein wesentlicher Unterschied gegen 10 Min. **24 Std.** Wie 1 Std. **48 Std.** Wie 1 Std.	**10 Min.** Sporen und Bac. sehr intensiv gefärbt. **1 Std.** Kein wesentlicher Unterschied gegen 10 Min. **24 Std.** Wie 1 Std. **48 Std.** Wie 1 Std.
Chlor-gas	**30 Min.** Wie Controle. **2 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Sporen wie Controle, Bac. vielleicht etwas weniger intensiv gefärbt als Controle.	**30 Min.** Wie Controle. **2 Std.** Sporen vielleicht etwas intensiver gefärbt als Controle. **24 Std.** Wie 2 Std.
Brom-wasser	**10 Min.** Sporen wie Controle, Bac. blasser, zum Theil sehr blass. **40 Min.** Wie 10 Min.	**10 Min.** Bac. und Sporen intensiv gefärbt. **40 Min.** Wie 10 Min. **2 Std.** Wie 10 Min.

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Ehrlich-Fuchsin
Bromwasser	**2 Std.** Die gesammte Färbung hat einen etwas bläulichen Stich, Sporen sonst wie Contr. gefärbt, Bac. ausserordentl. blass, wie Schläuche erscheinend. **24 Std.** Stäbchen im allgemeinen nicht so blass wie 2 Std., Sporen etwas intensiver gefärbt als Controle. **48 Std.** Wie 24 Std.	**24 Std.** Wie 10 Min. **48 Std.** Wie 24 Std.
Bromdämpfe	**2 Std.** Bac. sowohl wie Sporen erscheinen als gequollene, in ihren Conturen unscharfe Gebilde von etwas schwächerer Färbung als Controle. Im Inhalte sind verschiedene Dinge von einander kaum zu differenziren. **24 Std.** Die Sporen sind zum Theil fast unsichtbar, nur mit den Conturen angedeutet, zum Theil erscheinen sie in Form eines aus zwei Halbmonden gebildeten Körpers, die Halbmonde sind wenig intensiv gef., sie entsprechen den Längsenden der Sporen und sind von einander getrennt durch ein kaum gefärbtes Zwischenstück. Bac. sind nur noch wenige sichtbar, von mässiger Färbung. **96 Std.** Die Sporen zeigen nur zum Theil das nach 24 stündiger Einwirkung beobachtete Bild, zum grössten Theil sind sie gequollen und in toto blass gefärbt.	**2 Std.** Etwas intensivere Färbung als links, sonst dasselbe Bild. **24 Std.** Meist dasselbe Bild wie links, nur ist die Färbung etwas intensiver. **96 Std.** Die Sporen meist ebenso aussehend wie nach 24 stündiger Einwirkung.
Jodlösung	**10 Min.** Wie Controle. **40 Min.** Wie Controle. **2 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Wie Contr., Bac. eine Spur weniger intensiv gef.	**10 Min.** Wie Controle. **40 Min.** Wie Controle. **2 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Wie Controle.
Formalin	**10 Min.** Wie Controle. **2 Std.** Die Färbung zeigt einen etwas bläulichen Stich, Sporen sonst wie Controle, Bac. etwas blasser als Contr. **24 Std.** Wie 2 Std.	**10 Min.** Wie Controle. **2 Std.** Wie Controle, nicht so bläuliche Nüance der Färbung wie links. **24 Std.** Wie Controle.

Tabelle IV. **Thermophilen.**

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Ehrlich-Fuchsin
Controle	Vielfach vereinzelte und auch in grösseren Fadenverbänden angeordnete schlanke Bac., zahlreiche freie Sporen, vereinzelt auch Bac. mit endständigen Sporen. Die Bac. normal gefärbt, Sporen in den Conturen kräftig gefärbt, Inhalt ungefärbt.	Kein wesentlicher Unterschied gegen links.
Dampf	**10 Min.** Wie Controle.	**10 Min.** Wie Controle.
	30 Min. Wie Controle.	**30 Min.** Wie Controle.
	2½ Std. Wie Controle.	**2½ Std.** Die meisten Sporen intensiver gefärbt, sonst wie Controle.
Trockenschrank	**114—120° C.** 30 Min. Wie Controle.	**114—120° C.** 30 Min. Wie Controle.
	136—144° C. 30 Min. Wie Controle.	**136—144° C.** 30 Min. Die meisten Sporen intensiver gefärbt, sonst wie Controle.
	136—144° C. 1 Std. Wie Controle.	**136—144° C.** 1 Std. Wie 30 Min.
	136—144° C. 1½ Std. Wie Controle.	**136—144° C.** 1½ Std. Die Sporen sind durchgängig intensiv gefärbt, sonst wie Controle.
Chlorwasser	**10 Min.** Viele Bac. und Bacillenfäden blass gefärbt, wie Schläuche erscheinend; Sporen wie Controle.	**10 Min.** Bac. intensiv gefärbt, Sporeninhalt erheblich intensiver gefärbt als Controle.
	20 Min. Fast alle Bac. blass gefärbt und wie Schläuche, Sporen wie Controle.	**20 Min.** Wie 10 Min.
	1 Std. Wie 20 Min.	**1 Std.** Die Sporen grösstentheils intensiv gefärbt, sonst wie die vorigen Präparate.
	24 Std. Bac. durchgängig sehr blass, vielfach schlauchähnlich; Sporen wie Controle.	**24 Std.** Kein wesentlicher Unterschied von dem einstündigen Präparat.
	5 Tage. Wie 24 Std.	**5 Tage.** Wie 24 Std.
Chlorgas	**30 Min.** Bac. zum Theil vielleicht etwas blasser gefärbt als Controle. Sporen wie Controle.	**30 Min.** Bac. wie Controle, Sporen zum Theil intensiver gefärbt als Controle.
	2 Std. Bac. durchgängig blasser als Controle. Sporen durchgängig intensiver gefärbt als Controle.	**2 Std.** Bac. und Sporen ausserordentlich intensiv gefärbt.

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Ehrlich-Fuchsin
Chlorgas	**24 Std.** Bac. blass, Sporen ziemlich intensiv gefärbt.	**24 Std.** Bac. etwas weniger intensiv gefärbt als bei dem zweistündigen Präparate, Sporen sehr intensiv gefärbt.
Bromwasser	**10 Min.** Bac. durchgängig sehr blass, Sporen wie Controle. **20 Min.** Bac. noch blasser als 10 Min., vielfach schlauchförmig, vielfach auch in Zerfall begriffen, Sporen wie Controle. **1 Std.** Wie 20 Min. **24 Std.** Der Zerfall der Bac. scheint zuzunehmen. Färbung sonst wie 20 Min. Sporeninneres absolut durchsichtig, gefärbte Randzone etwas dunkler als Controle. **96 Std.** Kein wesentlicher Unterschied gegen 24 Std.	**10 Min.** Bac. intensiv gefärbt, Sporen wie Controle. **20 Min.** Wie 10 Min. **1 Std.** Wie 20 Min. **24 Std.** Sporen meist intensiv gefärbt, sonst Färbung des Präparats wie 20 Min. **96 Std.** Kein wesentlicher Unterschied gegen 24 Std.
Bromdämpfe	**2 Std.** Bac. zum grossen Theil zerfallen (in den Conturen kaum erkennbar), im Uebrigen meist blass gefärbt, Sporen ebenfalls meist zerfallen, sonst wie Controle gefärbt. **24 Std.** Von Bac. nichts mehr zu sehen; einzelne Sporen noch vorhanden, welche als äusserst schmalrandige, schwer sichtbare elliptische Körperchen erscheinen. **48 Std.** Nichts Definirbares mehr zu sehen.	**2 Std.** Zerfallserscheinung wie links, im Uebrigen intensive Färbung von Bac. und Sporen. **24 Std.** Nichts Definirbares mehr zu sehen. **48 Std.** Wie 24 Std.
Jodlösung	**10 Min.** Wie Controle. **20 Min.** Wie Controle. **1 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Wie Controle.	**10 Min.** Wie Controle. **20 Min.** Wie Controle. **1 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Wie Controle.
Formalin	**10 Min.** Wie Controle. **20 Min.** und **40 Min.** Wie Controle. **2 Std.** Bac. meist etwas schwächer gefärbt als Controle, Sporen wie Controle. **24 Std.** Wie 2 Std. **6 Tage.** Wie 2 Std.	**10 Min.** Wie Controle. **20 Min.** und **40 Min.** Wie Controle. **2 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Wie Controle. **6 Tage.** Wie Controle.

Tabelle V. **Typhusbacillus.**

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Gram { Ehrlich-Violett 1 Min., Jodlösung 1/2 Min., Alkoholspül. bis zu maximaler Entfärb., Wasserleitungspülg., Austrocknen, Einschliessen
Controle	Normale Färbung.	Entfärbt.
Dampf	**15 Min.** Wie Controle.	**15 Min.** Wie Controle.
	$2^1/_2$ Std. Die meisten Bac. blass gefärbt.	**$2^1/_2$ Std.** Wie Controle.
Trockenschrank	**114—120° C.** 30 Min. Wie Controle.	**114—120° C.** 30 Min. Wie Controle.
	136—144° C. 30 Min. Wie Controle.	**136—144° C.** 30 Min. Wie Controle.
	136—144° C. $1^1/_2$ Std. Wie Controle.	**136—144° C.** $1^1/_2$ Std. Wie Controle.
Chlorwasser	**10 Min.** Die meisten Bac. erscheinen etwas blass gefärbt.	**10 Min.** Wie Controle.
	20 Min. Die Bac. meist ausserordentlich blass, wie aufgequollen erscheinend.	**20 Min.** Wie Controle.
	40 Min. Von Aufquellungserscheinungen Nichts zu sehen.	**40 Min.** Wie Controle.
	1 Std. Meist etwas blassere Färbung als Contr., keine Aufquellungserschein.	**1 Std.** Wie Controle.
	24 Std. Wie 1 Std.	**24 Std.** Wie Controle.
Chlorgas	**30 Min.** Wie Controle.	**30 Min.** Wie Controle.
	$2^1/_4$ Std. Wie Controle.	**$2^1/_4$ Std.** Wie Controle.
	24 Std. Bac. meist blass, ohne Quellungserscheinungen.	**24 Std.** Wie Controle.
Bromwasser	**10 Min.** Wie Controle.	**10 Min.** Wie Controle.
	40 Min. Bac. blass gefärbt, ohne Quellung.	**40 Min.** Wie Controle.
	2 Std. Zum Theil blass, zum Theil gut gefärbte Bacillen ohne Quellung.	**2 Std.** Wie Controle.
	24 Std. Färbung genau so kräftig wie Controle.	**24 Std.** Wie Controle.
Bromdämpfe	**2 Std.** Bac. nur noch ganz vereinzelt und ausserordentlich blass sichtbar.	**2 Std.** Nichts von Bacillen zu sehen.
	24 Std. Nichts von Bac. zu sehen.	**24 Std.** Nichts von Bacillen zu sehen.
Jodlösung	**10 Min.** Vielleicht zum Theil blasser als Controle.	**10 Min.** Wie Controle.
	20 Min. Wie 10 Min.	**20 Min.** Wie Controle.

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Gram {Ehrlich-Violett 1 Min., Jodlösung ½ Min., Alkoholspülg. bis zu maximaler Entfärb., Wasserleitungsspülg., Austrocknen, Einschliessen.
Jodlösung	**1 Std.** Wie 10 Min. **24 Std.** Wie 10 Min.	**1 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Wie Controle.
Formalin	**10 Min.** Bac. zum Theil etwas blasser als Controle. **1 Std.** Bacillen erscheinen meist etwas dünner und kleiner als in der Controle. **24 Std.** Bac. blass gefärbt, aber nicht kleiner als in der Controle.	**10 Min.** Wie Controle. **1 Std.** Wie Controle. **24 Std.** Wie Controle.

Tabelle VI. **Diphtheriebacillus.**

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Gram (siehe Typhus)
Controle	Typische Färbung.	Die allermeisten Stäbchen sind intensiv und typisch gef.
Damp	**5 Min.** Wie Controle. **15 Min.** Die Stäbchen erscheinen leicht gequollen und sind zum grossen Theil blasser gefärbt als Controle. **30 Min.** Wie 15 Min. **2½ Std.** Die Bac. erscheinen meist ganz leicht gequollen, die Intensität der Färbung ist wenig geringer als bei der Controle.	**5 Min.** Wie Controle. **10 Min.** Wie Controle. **15 Min.** Genau wie Controle. **30 Min.** Die Bac. zeigen sehr lückenhafte Färbung, die gefärbten Partikel selbst sind intensiv gefärbt (Intensität wie Controle). **2½ Std.** Stellenweise lückenhafte Färbung wie bei 30 Min., vielfach aber ist die Färbung wie bei der Controle.
Trockenschrank	**114—120° C.** 30 Min. Bac. etwas gequollen, die typische Segmentirung ist nicht deutlich ausgesprochen (mehr homogene intensive Färbung des ganzen Bacillenleibes).	**114—120° C.** 30 Min. Intensive Färbung; die Segmentirungen sind, wie links, schwer sichtbar.

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Gram (siehe Typhus)
Trocken-schrank	**136—144° C. 30 Min.** Bac. gequollen, Segmentirung fast verschwunden, Färbung intensiv. **1 Std.** Wie 30 Min. **1½ Std.** Wie 30 Min.	**136—144° C.** 30 Min. Keine wesentliche Differenz von der Controle. **1 Std.** Wie 30 Min. **1½ Std.** Wie 1 Std.
Chlor-wasser	**10 Min.** Färbung intensiv, Segmentirung wenig deutlich **20 Min.** Wie 10 Min. **40 Min.** Die Bac. erscheinen vielleicht etwas mehr gequollen als bei 10 Min., die Färbung ist etwas blasser. **2 Std.** Wie 40 Min. **24 Std.** Färbung etwa wie bei 40 Min. Segmentirungen deutlich sichtbar. **48 Std.** Wie bei 24 Std.	**10 Min.** Färbung an vielen Bac. sehr blass, die anderen zum Theil lückenhaft (die gefärbten Partikel intensiv gefärbt, zum Theil in toto intensiv gefärbt. **20 Min.** Die allermeisten Bac. sehr blass, sonst wie 10 Min. **40 Min.** Nur noch wenige Bac. sind als gefärbte erkennbar, die Färbung ist sehr lückenhaft. **2 Std.** Die Färbung ist wieder etwas besser als bei 40 Min. **24 Std.** Wie 2 Std. **48 Std.** Wie 24 Std.
Chlor-gas	**30 Min.** Wie Controle. **2¼ Std.** Keine deutliche Differenz von Controle. **24 Std.** Bac. deutlich gequollen, Färbung wenig intensiv, Segmentirung meist verloren gegangen.	**30 Min.** Wie Controle. **2¼ Std.** Bac. vielfach blasser gefärbt als Controle, zum Theil aber genau wie Controle. **24 Std.** Färbung etwa wie 2 Std.
Brom-wasser	**10 Min.** Bac. erscheinen zum gross. Theil leicht gequollen und lückenhaft gefärbt. **20 Min.** Leichte Quellung, blasser gefärbt als Controle. **1 Std.** Kein wesentlicher Unterschied von Controle. **2 Std.** Färbung etwa wie 20 Min. **24 Std.** Wie 2 Std. **48 Std.** Kaum Differenzen von der Controle.	**10 Min.** Wie Controle. **20 Min.** Bac. zum Theil blasser gefärbt als Controle. **1 Std.** Kein wesentlicher Unterschied. **2 Std.** Viele Bac. kaum gefärbt, andere lückenhaft (die gefärbten Partieen intensiv). **24 Std.** Fast kein einz. Bac. hat d. Färbung angenommen. **48 Std.** Nur an solchen Stellen, in denen die Bac. dickere Schichten bilden, zeigt das Material Färbung, sonst keine Färbung.

	Wässerig-alkoholisches Fuchsin	Gram (siehe Typhus)
Bromdämpfe	**2 Std.** Bac. nur noch zum Theil erhalten, ganz blass und lückenhaft gefärbt.	**2 Std.** Durchgängig sehr blasse lückenhafte Färbung.
	24 Std. Kaum noch etwas von Bac. zu sehen.	**24 Std.** Keine gefärbten Bac. mehr.
	48 Std. Wie 24 Std.	**48 Std.** Wie 24 Std.
Jodlösung	**10 Min.** Wie Controle.	**10 Min.** Wie Controle.
	40 Min. Färbung zum Theil etwas weniger intensiv als Controle.	**40 Min.** Die Färbung überall sehr intensiv, Segmentirung wenig ausgesprochen.
	2 Std. Wie Controle.	**2 Std.** Kein deutlicher Unterschied von der Controle.
	24 Std. Wie Controle.	**24 Std.** Färbung wie 40 Min.
Formalin	**10 Min.** Wie Controle.	**10 Min.** Wie Controle.
	40 Min. Färbung vielleicht etwas weniger intensiv als Controle.	**40 Min.** Wie Controle.
	2 Std. Wie 40 Min.	**2 Std.** Wie Controle.
	24 Std. Wie 2 Std.	**24 Std.** Bac. zum Theil etwas blasser gefärbt, sonst wie Controle.
	48 Std. Wie 24 Std.	**48 Std.** Wie 24 Std.

Fassen wir die auf den vorstehenden Tabellen zusammengestellten Resultate unserer Arbeit im allgemeinen zusammen, so glauben wir folgende Punkte präcisiren zu können:

Was zunächst die sporenbildenden Bacterien angeht, so wirkt:

1. Die Hitze (feuchte sowie trockene) erhöhend auf die Färbbarkeit der Bacillen und Sporen bei den von uns untersuchten Arten, wenn Ehrlich-sche (Anilinwasser-) Farbstofflösung angewendet wird. Bei Anwendung einfacher Fuchsinlösung zeigte sich die Färbbarkeit nur bei Subtilis- und Mycoides-Material erhöht, nicht bei dem Trommelschläger - Bacillus und bei der Thermophilenart.

2. Gesättigtes Chlor- und Bromwasser wirken auf die Färbbarkeit der sporenbildenden Arten bei Anwen-

dung Ehrlich'scher Lösung erhöhend ein; bei Anwendung einfacher Fuchsinlösung wird die Färbbarkeit herabgesetzt.

3. Das Chlorgas wirkte nur auf die Färbbarkeit von Sporen und Bacillen des Bac. Subtilis und des Trommelschlägers erhöhend, während es auf die übrigen nicht einwirkte.

4. Die Bromdämpfe wirken im allgemeinen auf die Sporen und Bacillen zerstörend.

5. Formalin sowohl wie Jodjodkaliumlösung scheinen keinen Einfluss auf die Färbbarkeit von Sporen und Bacillen zu haben.

6. Das Sonnenlicht, welches wir nur auf Subtilissporen und Bacillen (wie oben schon angeführt wurde) einwirken liessen, setzte die Färbbarkeit derselben etwas herab.

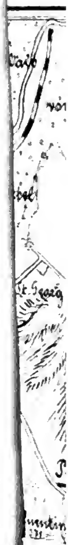
Was zweitens die Beeinflussung der (nicht sporenbildenden) Typhusbacillen angeht, so zeigten sich auch hier die Bromdämpfe von zerstörender Wirkung auf das Material, und die Wirkung des Chlorgases liess bei Anwendung einfacher Fuchsinfärbung eine leichte Herabsetzung der Färbbarkeit erkennen; im Uebrigen wurde jede definirbare Beeinflussung sowohl hinsichtlich der Fuchsinfärbung wie hinsichtlich der Gram'schen Färbung bei den Versuchen mit dem Typhusbacillus vermisst.

Der Diphtheriebacillus endlich zeigte sich durch die Einwirkung der studirten bacterienschädigenden Momente in seiner Färbbarkeit (sowohl bei Anwendung einfacher Fuchsinfärbung, wie bei Anwendung der Gram'schen Färbung) meist in der Weise beeinflusst, dass er Quellungserscheinungen, lückenhafte und zum Theil auch blassere Färbung darbot. Auch zeigte sich die Segmentirung häufig undeutlicher als bei normalen Präparaten. Jodlösung sowohl wie Formalin hatten auch hier keinen sichtbaren Einfluss.

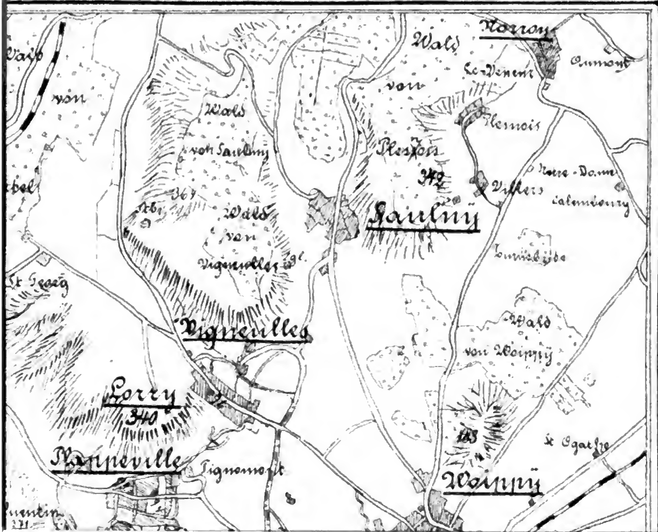
Der Uebersicht halber lassen wir die nachstehende Tabelle folgen, wobei zu bemerken ist, dass wir die erhöhte Färbbarkeit durch das positive Zeichen (+), die herabgesetzte dagegen durch das negative Zeichen (—) markirten, während wir diejenigen Fälle, bei denen kein Einfluss (weder erhöhender noch herabsetzender) auf die Färbbarkeit des Materials stattfand, durch eine Null (0) angedeutet haben.

	Bacillus mycoides		Bacillus subtilis		Trommelschläger-Bacillus	
	Wässer.-alkoh. Fuchsinlösung	Ehrlich's Anilinwasser-Fuchsin	Wässer.-alkoh. Fuchsinlösung	Ehrlich's Anilinwasser-Fuchsin	W.-alk.F.	Ehrl. A.-F.
Dampf 100° C.	Färbung der Sporen möglich +	Sporen intensiver als bei Controlpräp. gefärbt +	Wie Mycoides +	+	0	Intensivere Färbung d. Sporen +
Trockene Hitze 114—144° C.	Bei längerer Beeinflussung ist die Wirkung wie bei Dampf +	+	Wie Mycoides +	+	0	Wie Dampf +
Chlorwasser, gesättigt	Bacillen blasser als Controle —	Bacillen und Sporen intensiver gef. als Controle +	Blassere Färb. als Controle, Schläuche mit gefärbtem Rand entstehen —	Bacillen und Sporen intensiv gefärbt +	Wie Bacillus subtilis —	+
Bromwasser, gesättigt	Wie Chlorwasser —	+	Bacillen blasser als Controle —	Bacillen und Sporen intensiver gefärbt als Controle +	Wie Chlorwasser —	+
Chlorgas	0	0	Sporenfärbung möglich +	Bacillen und Sporen intensiver als Controle +	0	0
Bromdämpfe	Das Material wird zerstört —	—	Wie Mycoides —	—	In den Sporen treten gefärbte Enden auf, während die Mitte ungefärbt bleibt —	—
Jodjodkaliumlösung	0	0	0	0	0	0
Formalin	0	0	0	0	0	0
Sonnenlicht			Nach 2stündiger Einwirkung etwas blassere Färbung			

Eine Thermophilenart		Typhusbacillus		Diphtheriebacillus	
Wässer.-alkoh. Fuchsinlösung	Ehrlich's Anilinwasser-Fuchsin	Wässerig. alkoholisch. Fuchsinlös	Gram	Wässerig-alkoholische Fuchsinlösung	Gram
0	Intensivere Färbung der Sporen +	0	0	Leichte Quellung, sonst keine Veränderung	Nach längerer Beeinfluss. wird d. Färbung vielfach lückenhaft —
0	Wie Dampf +	0	0	Leichte Quellung; Segmentirung kann verschwinden	Segmentirung kann verschwinden
Wie Bacillus subtilis —	+	Blassere Färbung —	0	Etwas Quellung, etwas blassere Färbung, Segmentirung wird undeutlich —	Lückenhafte und blassere Färbung —
Wie Chlorwasser —	+	0	0	Etwas blassere Färbung —	Lückenhafte und blassere Färbung —
Sporen intensiver, Bacillen blasser + —	Sporen intensiver als Controle +	0	0	Nach kurzer Beeinfluss. keine Veränderg.; nach 24stünd. Beeinflussung Quellung, blassere Färbung, undeutlichere Segmentirung —	0
Wie Mycoides —	—	Das Material wird zerstört —	—	Wie Typhusbacillen —	—
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0



Tafel II.



Wald
von
Saulny
Vigneulles
Lorry
340
Plappeville
Woippy
St Agathe

Ueber die Reinigung von Schmutzwässern durch Elektricität.

Von

J. König und C. Remelé.

In letzter Zeit sind, besonders in England und Frankreich, Versuche über die Reinigung von Schmutz- und Gebrauchswässern durch Elektrizität angestellt.

Es sind hierzu vorwiegend zwei Verfahren vorgeschlagen, die grundsätzlich von einander verschieden sind, nämlich das Verfahren von W. Webster, welches eine Fällung und Reinigung der Schmutzwässer, und das Verfahren von E. Hermite (C. F. Cooper und E. J. Patterson), welches nur eine Sterilisation derselben bezweckt. Sonstige Verfahren, wie das von G. Oppermann u. A., sind eine Verschmelzung vorstehender beiden Verfahren.

1. Das Verfahren von W. Webster[1]). W. Webster lässt den elektrischen Strom unter Anwendung von Eisenplatten als Elektroden auf das chloridhaltige oder mit Chloriden versetzte Wasser einwirken und deutet den chemischen Vorgang, der sich hierbei abspielt, wie folgt:

An der negativen Eisenplatte scheidet sich Wasserstoff, an der positiven Chlor ab; letzteres wirkt zersetzend auf die organi-

1) Chem.-Ztg. Repertorium 1894, 18, S. 80; daselbst nach Lond. Elektr. Revue, 1894, 34, S. 10; ferner H. A. Roechling, Gesundheits-Ingenieur, 1892, 15, S. 177.

schen Stoffe und lösend auf das Eisen; wahrscheinlich entsteht hierbei (nach Webster) Eisenhypochlorid, besonders wenn kohlenstoffhaltige Gusseisenplatten verwendet werden; denn beim Elektrisiren einer starken Chloridlösung, welcher Indigolösung zugesetzt ist, wird das Indigo gebleicht wie ebenso Lakmuspapier, wenn die in Thätigkeit befindliche Eisenelektrode damit gerieben wird. Auf jeden Fall findet nach Webster eine Oxydation der organischen Stoffe statt. Das Eisenhypochlorid soll in Chlorid verwandelt und dann durch das am negativen Pol abgeschiedene Natron oder Ammoniak zersetzt werden, indem Ferrohydroxyd ausgefällt und allmählich in Ferrihydroxyd übergeführt wird. Dieser Niederschlag reisst dann andere Schwebestoffe des Wassers mit nieder und wirkt so reinigend.

Mit diesem Verfahren wurden zuerst im Jahre 1889 bei der Londoner Spüljauche Versuche angestellt, und berichtet H. A. Roechling[1]) hierüber, dass ohne Filtration des Wassers nach H. Roscoe's Untersuchungen 64,5% des organisch gebundenen Ammoniaks und 70% der organischen Stoffe — gemessen durch den Chamäleon-Verbrauch — entfernt wurden.

Eingehende Versuche sind sodann mit den Abwässern in Salford angestellt worden. Hier wurde ein durch einen Dynamo erzeugten elektrischen Strom von 50 Ampère und 50 Volt mittels Kupferstreifen nach den Enden eines gemauerten Kanals geleitet und hier mit gusseisernen Platten, die als Elektroden wirkten, verbunden. Der Kanal hatte 27,43 m Länge, 1,45 m Tiefe und 0,39 m lichte Weite. Das Gefälle betrug 0,91 m. Der Kanal war transversal in 28 Zellen getheilt, von denen jede 13 Eisenplatten (von je 1,22 m Länge, 0,81 m Breite und 12,7 mm Dicke) enthielt, die parallel mit den Seitenwänden des Kanals in einem Abstande von 15,87 mm aufgehängt waren.

Der Strom passirte jede einzelne der reihenweise verbundenen Zellen; von den Platten waren die positiven und negativen abwechselnd verbunden, und um Kurzschlüsse zu verhüten, durch hölzerne Einlagen getrennt.

1) Gesundheits-Ingenieur, 1892, XV, S. 177.

Die Spüljauche (10450 l pro 1 Stunde) floss durch den Kanal in verschiedene Klärbecken und von hier entweder durch Sandfilter oder direkt in den Fluss.

Es wurden auf diese Weise unter gleichzeitiger Filtration aus dem Wasser entfernt [1]):

Organisch gebundenes Ammoniak:		Organische Stoffe (nach dem Chamäleon-Verbrauch):	
Schwankungen	Mittel	Schwankungen	Mittel
20,0 = 75,0%	60,6%	63,1 — 90,0%	73,6%

Auch sollen keine Fäulniserscheinungen in der gereinigten Spüljauche aufgetreten sein.

Nach Versuchen anderswo soll die auf vorstehende Weise gereinigte Spüljauche auch völlig keimfrei gewesen sein. Wie Webster angibt, hatte nach Versuchen in Paris die ungereinigte Spüljauche 5 Millionen, die elektrisch gereinigte nur 600 Bacterienkeime.

Nach den Versuchen in Salford würden zur Erzeugung des zur Reinigung von 5000 cbm Abwasser — etwa von 50000 Einwohnern pro Tag — erforderlichen elektrischen Stromes 37 effektive Pferdekräfte erforderlich sein, während sich der Verbrauch an Eisen durch Abnutzung der Elektroden auf 42,9 kg pro 1000 cbm stellen würde.

Claudio Fermi [2]) prüfte einerseits Abwasser, andererseits reine Lösungen von Harn, Milch, organischen Säuren, Rohr- und Traubenzucker etc. auf ihr Verhalten gegen Elektricität und fand, dass bei einstündiger Einwirkung eines elektrischen Stromes von 0,5 bis 1 Ampère auf 1 l Wasser und bei Anwendung eiserner Elektroden von 80 qcm Oberfläche in 5 cm Abstand von einander die organischen Stoffe auf ein Drittel, die Keime um das 50- bis 100fache verringert wurden. Je stärker der Strom, je grösser die Oberfläche der Elektroden und je länger die Einwirkung des elektrischen Stromes dauert, um so schneller und vollkommener geht im allgemeinen die Reinigung vor sich.

1) Reports upon Experiments conduited at the Borough Sewage Works during the year 1890, Salford.

2) Archiv f. Hygiene, 1891, Bd. 13, S. 207.

Immerhin war die einstündige Einwirkung eines Stromes von 0,42 Ampère auf 1 l Kanalwasser geringer als die eines Zusatzes von 1 % Kalk. Durch letzteren Zusatz wurde das Wasser vollständig steril und blieb es auch nach 48 Stunden, während im elektrisirten Wasser nach dieser Zeit die Anzahl der Keime wieder um das 5fache zugenommen hatte[1].)

Auch Fermi ist der Ansicht, dass durch den elektrischen Strom eine theilweise directe Oxydation der organischen Stoffe bewirkt wird, dass unter Umständen Sauerstoff und Chlor gebildet werden. Dies ist aber nur möglich, wenn Platin oder Kohle, nicht aber wenn Eisen, Zink oder Kupfer als Elektroden benutzt werden, und erwähnt Fermi selbst in seiner Abhandlung, dass Bill J. Carter das Auftreten von Eisenhypochlorid nicht beobachten konnte.

Burghardt[2]) erklärt den Vorgang in noch anderer und der Weise, dass er annimmt, dass sich an der Anode Sauerstoff, an der Kathode Wasserstoff entwickele. Ein Theil des frei gewordenen Sauerstoffs oxydire die positive Platte, der übrigbleibende Theil dagegen die organischen Stoffe des Spülwassers; das an der Anode sich bildende Eisenoxydul soll durch das darüber hinwegfliessende Wasser mit fortgespült, mit Luft in Berührung oxydirt werden und beim Niederfallen die Schwebestoffe mit niederreissen.

2. Das Hermite-Verfahren oder Sterilisation der Spüljauche. Abweichend von vorstehendem Verfahren benützen E. Hermite, C. F. Cooper und E. J. Patterson nach einem patentirten Verfahren[3]) Platin- und Zinkplatten als Elektroden und verfahren wie folgt:

Seewasser, oder wo solches nicht zu haben ist, ein mit 40 kg Kochsalz und 5 kg Chlormagnesium auf 1000 l versetztes

1) Dieses erklärt sich leicht daraus, dass bei der elektrischen Reinigung das Wasser neutral bleibt, während es bei der Reinigung durch Kalk eine alkalische Beschaffenheit annimmt, welche keine Bacterien aufkommen lässt.

2) Vergl. Alfr. Roechling, Gesundheits-Ingenieur, 1892, Bd. 15, S. 177.

3) E. P. 22279 vom 21. XI. 1893. Chem. Centr.-Bl., 1894, Bd. I, S. 1038, daselbst nach Journ. Soc. Chm. Ind., 13, 271; vergl. auch A. Wilke, die Elektricität, Leipzig 1895, S. 103.

gewöhnliches Wasser wird elektrolysirt, bis es einen Gehalt von etwa 3 g freiem Chlor pro 1 l besitzt; darauf wird die Flüssigkeit mit der 6—7fachen Menge Wasser vermischt und von einer Centralstation aus in die Closets oder ähnliche Räume geleitet oder als Spülwasser benützt.

Das Hermite-Verfahren bezweckt daher keine Fällung und Reinigung, sondern nur eine Desinfection der Spüljauche und wird diese durch das freie Chlor bzw. durch unterchlorigsaures Natrium (oder Magnesium) bewirkt, welches sich in diesem Falle deshalb bildet, weil die positive Elektrode aus Platin besteht, auf welches das freigewordene Chlor nicht lösend einwirkt. Statt Platin wird auch Kohle als positive Elektrode empfohlen.

Das Hermite-Verfahren wurde zum ersten Male in Havre im August 1893, dann in Lorient und Brest Ende 1893 und in Nizza, Worthing und Ipswich 1894 durch Versuche im Grossen geprüft.

Am eingehendsten sind die Versuche in Worthing durchgeführt und sei daraus nach einem Berichte von Ingenieur H. A. Roechling[1]) Folgendes mitgetheilt:

Die Anlage war für eine Sterilisirung der Spüljauche von 30 bis 40 Menschen eingerichtet. Merrwasser wurde mit einem Strome von 300 Ampère und 6 Volt behandelt. Die Anoden bestanden aus 4 Reihen mit je 11 verticalen Messingstäben, die in ihrem unteren Theil mit Platingeweben umhüllt waren, während die Kathoden aus Zinkstreifen bestanden, die zwischen den Anoden kreisten. Das Meerwasser, welches so lange in dem Zersetzungsapparate hin und her floss, bis es reichlich freies Chlor enthielt, wurde nach der elektrolytischen Behandlung in Hochbehälter von galvanisirtem Schmiedeeisen gehoben, aus welchem es zu den einzelnen Verwendungsstellen abfloss.

Die Sterilisation der Spüljauche geschah nun in der Weise, dass sich aus den Spülcisternen der angeschlossenen Wasserclosets nach jedesmaligem Gebrauch beim Ziehen eines Hebers die chlorhaltige Flüssigkeit in den Abortsitz ergoss und die Fäkalien in die Kanäle spülte. Zwischen dem Hauptkanal und dem Strassenkanal war ein durchlöcherter Eimer in einem umgekehrten Syphon

1) Original-Mittheilung an den Verf.

so angebracht, dass er, mit seiner Oberfläche immer unter dem Niveau der Flüssigkeit stehend, alle festeren Stoffe zurückhielt und sie so der Einwirkung der Hermite'schen Flüssigkeit auf längere Zeit aussetzte. Diese Eimer konnten, je nach Bedarf, herausgehoben, ihres Inhaltes entleert und untersucht werden.

Nach Hermite sollen die Kosten des Verfahrens im Grossbetriebe nicht mehr als M. 1 pro Kopf und Jahr betragen. Da diese Berechnung als zu niedrig erscheint, so hat man vorgeschlagen, mit der desinficirenden Flüssigkeit nicht jedes Closet, sondern nur die Strassenkanäle zu spülen, wodurch alle üblen Gerüche beseitigt werden sollen.

Das British Institute of Preventive Medicine in Worthing fasst die mit dem Hermite-Verfahren gewonnenen Ergebnisse wie folgt zusammen:

1. Ein Dynamo, welcher einen Strom von 250 Ampère Stärke unter 6 Volt Spannung gibt, muss 2½ Stunden arbeiten, um in 1000 l Meerwasser einen Gehalt von 0,5 g und 5 Stunden, um einen solchen von 0,75 g wirksamen Chlors zu erzeugen.

2. Das von Hermite zur Desinfection vorgeschlagene elektrolysirte Meerwasser mit 0,5 g wirksamem Chlor pro 1 l ist so unbeständig, dass es bereits in 24 Stunden 90% seines Gehaltes verliert und dann als Desinfectionsmittel völlig unwirksam ist. Dagegen sind Lösungen mit 0,75 g oder 1,0 g Chlor pro 1 l viel beständiger, da diese in 24 Stunden nur 34% bzw. 10% ihrer Stärke verlieren.

3. Eine Hermite'sche Lösung von 1 g pro 1 l ist in 2½ Stunden nicht im Stande, eine Fleischbrühecultur von Bacillus subtilis mit reifen Sporen zu sterilisiren, selbst dann nicht, wenn das Volumen der Flüssigkeit 10mal so gross ist als das Volumen der Cultur.

Auf Culturen von Bact. coli commune wirkt eine Lösung von 0,25‰ wirksamen Chlors nur dann, wenn sie innerhalb ½ Stunde nach ihrer Bereitung und in zehnfacher Menge angewendet wird; eine 0,5‰ Lösung wirkt zwar stärker und in geringer Menge, indess ist sie nach 24 Stunden gleichfalls wirkungslos; dagegen wirkt eine Lösung von 0,75‰ wirksamen

Chlors, in doppelter Menge angewendet, nach 24 Stunden noch vernichtend auf diesen Bacillus.

4. Die Hermite'sche Flüssigkeit kann Kothballen weder zerstören noch auflösen und vermag das Innere harter Stühle auch nach längerer Einwirkung nicht zu sterilisiren.

5. Dagegen wirkt die Flüssigkeit selbst in 0,25‰ Stärke vorzüglich desodorirend.

Aehnlich ungünstig lauten andere Berichte.

Kleni[1]) konnte in einigen von Hermite persönlich sterilisirten Spüljaucheproben noch 800—1000 Bacterien in 1 ccm nachweisen. Ferner fand er bei Versuchen mit Reinculturen: 1. Bact. coli, 2. Bac. typhosus, 3. Choleravibrionen, die er mit dem gleichen Volumen Hermitelösung mischte, dass nach 20 Minuten keine Sterilisation eingetreten und dass Nr. 1 und 3 nach 24 Stunden noch wachsthumsfähig waren.

In demselben Sinne sprechen sich die Berichte der zur Prüfung des Hermite-Verfahrens nach Havre gesandten Kommissionen des deutschen kaiserl. Gesundheitsamtes und des Conseil Central d'Hygiene[2]) aus.

A. A. Lambert[1]) bemerkt zu dem Verfahren, dass das Magnesiumhypochlorid keine grössere desinficirende Wirkung besitzt, als die gewöhnlichen Hypochloride von Natrium und Calcium, dass daher letztere, weil billiger, vortheilhafter zu verwenden sind.

Das Hermite-Verfahren hat sich hiernach bis jetzt nicht praktisch bewährt und scheint überall wieder aufgegeben zu sein.

Auch sonstige, als Verbesserung des Hermite-Verfahrens geltend gemachten Vorschläge, wie z. B. von O. H. Jewell (Amerikan. Patent 386073 und D. R. P. 45112), von H. E. Newton (Engl. Patent 1888 Nr. 7533), A. de Meritens (Engl. Patent 1888 Nr. 13294) und von Fewson (Engl. Patent 1889 Nr. 20076) haben bis jetzt keine praktische Anwendung gefunden.

1) Chem.-Centr.-Bl., 1894, Bd. II, S. 383, daselbst nach Bull. Soc. Chim., Paris 1894, XI, 650.

2) Chem.-Ztg., Repertorium 1894, XVIII, S. 100, daselbst nach Elektrotechn. Zeitschr. 1894, XV, S. 84.

3. Reinigung von Trink- und Gebrauchswässern durch Elektricität. Ausser den eigentlichen Schmutzwässern hat man auch die Trink- und Gebrauchswässer durch Elektricität zu reinigen und sterilisiren gesucht. Ein solches Verfahren, verbunden mit Filtration, hat 1888 K. E. Phillips vorgeschlagen; in neuerer Zeit Gronier Collins[1]), der die Reinigung durch Einleiten von Sauerstoff in Verbindung mit dem elektrischen Strom bewirken will.

Der Apparat, in welchem das Wasser behandelt wird, besteht aus einem langen Gefäss, welches eine Reihe von Kohle- und Platin-Elektroden enthält, die abwechselnd mit dem positiven und negativen Pol einer Elektricitätsquelle verbunden werden. Auf diese Weise soll sowohl aus dem durch den elektrischen Strom erzeugten, als dem eingeleiteten Sauerstoff eine sehr grosse Menge von Ozon erzeugt werden, durch welches Verunreinigungen des Wassers entweder zerstört oder unlöslich ausgeschieden werden sollen.

G. Oppermann[2]) schlägt zur Reinigung der Gebrauchs- und Trinkwässer eine doppelte Elektrolyse vor. Auf das Wasser wirkt zunächst ein Strom von 25 Volt Spannung unter Anwendung von Platinelektroden in Form flacher Spiralen, von welchen aus sich die Gasblasen in feinster Vertheilung durch das Wasser verbreiten. Auf diese Weise sollen neben etwas Chlor — aus den Chloriden des Wassers — und Wasserstoffsuperoxyd 3—6% Ozon entstehen, welches die organischen Stoffe, Ammoniak und salpetrige Säure oxydiren, ausserdem die sämmtlichen Bacterienkeime vernichten soll.

Da durch diese Behandlung das Wasser nicht ganz klar bleibt und einen widerlichen, Erbrechen erregenden Geschmack annimmt, so lässt Oppermann zum zweiten Male einen elektrischen Strom auf das Wasser einwirken, aber unter Anwendung von Aluminium-Elektroden. Das Ozon (? der Verf., vielleicht Chlor) oxydirt das Aluminium unter Bildung von Aluminium-

1) Chem.-Ztg., Repertorium 1893, XVII, S. 60, daselbst nach Lond. Elektr. Rev., 1892, XXXI, S. 700.

2) Hygien. Rundschau, 1894, IV, S. 865.

hydroxyd, welches gleichzeitig Schwebestoffe aller Art (auch Bacterien) mit einschliesst, so dass das auf diese Weise behandelte Wasser nicht nur frei von Ozon, sondern nach der Filtration auch vollständig keimfrei, klar und von bestem Geschmack ist.

Die Platin- und Aluminiumelektroden sind gleichzeitig in demselben Gefäss angebracht und sollen sich nach Oppermann bei Umschaltung des Stromes gegenseitig nicht stören. Oppermann hat zu dieser Art Behandlung des Wassers verschiedene Apparate[1]), auch fahrbare, eingerichtet, jedoch hat das Verfahren bis jetzt keine Nachprüfungen erfahren.

Versuche mit verdünnten Salzlösungen.

Von diesen Reinigungsverfahren hat das erste, das Webster'sche Verfahren, wie vorstehend dargelegt worden ist, in seiner Wirkung auf das Schmutzwasser eine verschiedene Deutung gefunden. Es lag uns daher daran, dieses Verfahren auf seine reinigende Wirkung sowohl der Art wie Grösse nach zu prüfen.

Zunächst musste die Wirkung des elektrischen Stromes auf Salzlösungen näher festgestellt werden, weil die Erklärungen, welche vorstehend über den Vorgang gegeben worden sind, an sich unwahrscheinlich waren.

Denn die Zersetzung einer Salzlösung durch den elektrischen Strom beruht auf der Trennung des Salzes in seine Jonen an den beiden Polen. Bestehen die Pole aus einem Metall (Platin), welches für die entstandenen Jonen unangreifbar ist, so werden die letzteren entweder als solche frei, wie Cl, Br etc., oder sie zerlegen, wenn sie dazu im Stande sind, das vorhandene Wasser und es entsteht an der Anode die Säure, an der Kathode die Base des betreffenden Salzes; dabei wird an der Anode ein Aequivalent Sauerstoff, an der Kathode ein Aequivalent Wasserstoff frei. Anders müssen natürlich die Verhältnisse sich gestalten, wenn die Pole aus einem Metall bestehen, welches von dem einen oder anderen Producte der Jonentrennung, speciell dem sauren bezw. gasförmigen angegriffen wird, wodurch eine Verbindung des betreffenden Productes mit dem Metall des Poles

1) Chem.-Ztg., 1894, XVIII, S. 1356 und 1895, XIX, S. 604.

bedingt wird. Aus diesem Grunde war es schon von vorneherein nicht sehr wahrscheinlich, dass sich bei der Elektrolyse einer Kochsalzlösung mittelst Eisenelektroden eine grössere Menge freien Chlors entwickeln würde.

Ein Versuch bestätigte diese Vermuthung. Ca. 250 ccm einer verdünnten Kochsalzlösung wurden unter Anwendung von Eisenelektroden dem Strome einer vierzelligen Elbs'schen Akkumulatorenbatterie von zusammen 32 Amp.-Str. ausgesetzt. Trotz äusserst heftiger Gasentwicklung war nach einstündiger Einwirkung des Stromes in dem Filtrate der Flüssigkeit freies Chlor nicht vorhanden, ebensowenig gelöstes Eisen. Dagegen war in der Flüssigkeit ein reichlicher Niederschlag von Eisenoxydulhydrat entstanden und war an der Kathode fortgesetzt eine starke Gasentwicklung bemerkbar.

Es lag uns daran, zunächst die Art und Menge dieses Gases zu ermitteln, um zu erfahren, ob überhaupt und eventuell unter welchen Verhältnissen etwa verschiedene Salzlösungen bei ihrer Elektrolyse mittelst Eisenelektroden, Producte — sei es gasförmige, sei es gelöste oder unlösliche — liefern, welche im Stande sein können, einen oxydirenden Einfluss auf Schmutzwässer auszuüben. Diese Bestimmungen wurden in einem kleinen ca. 350 ccm fassenden cylindrischen Gefässe ausgeführt, welches mit einem luftdicht verschliessbaren, oben mit Abflussrohr versehenen Deckel geschlossen wurde, und in welchem zwei eiserne als Elektroden dienende Platten von je ca. 20 qcm Oberfläche angebracht waren, deren drahtförmige Fortsätze durch einen das Gefäss unten abschliessenden Kautschukstopfen hindurchgingen, die mit der elektrischen Kraftquelle verbunden wurden. Nach Abhebung des oben erwähnten Deckels konnten diese Platten leicht behufs Wägung und Reinigung herausgenommen werden. Seitlich an dem Gefässe war ein Tubus zum Einfüllen der zur Elektrolyse bestimmten Flüssigkeiten und zum Abfliessen des durch das Gas verdrängten Wassers angebracht. In diesem Apparate wurden die zur Elektrolyse gelangenden Lösungen der Einwirkung eines verhältnismässig constanten elektrischen Stromes von etwa 4 Volt und 4 ½ Amp., gewonnen durch eine Thermosäule, unterzogen, bis

eine genügende Menge Gas erhalten war, welches in einer Dreiwegehahnbürette über Quecksilber aufgefangen und analysirt wurde. Die bei dem Process verbleibende Flüssigkeit konnte dann ebenfalls untersucht werden.

Auf diese Weise gelangten zur Untersuchung Sulfate, Nitrate, Chloride und einige Salze, deren negative elektrolytische Spaltungsproducte wenig Affinität zum Eisen besitzen, welche mithin das Auftreten von freiem Sauerstoff an der Anode ermöglichen. Diese letzteren, Chromate, Kaliumpermanganat und Carbonate wurden theils für sich, theils unter den Bedingungen, wie sie bei dem Webster'schen Process gegeben sind, d. h. unter Zusatz einer kleinen Menge Kochsalz der Elektrolyse unterzogen. In einigen Fällen wurden auch die als Elektrolyten angewandten Platten gewogen, um deren Gewichtsabnahme zu ermitteln.

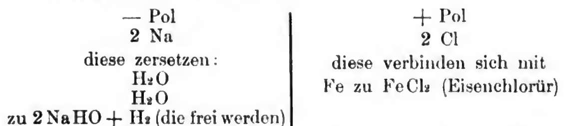
Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind aus der Tabelle auf S. 196 ersichtlich.

Aus diesen Untersuchungen ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

1. Bei Anwendung von Chloriden allein in wässeriger Lösung werden diese durch den elektrischen Strom in die Jonen Chlor und Metall gespalten.

Das an der Anode sich ansammelnde Chlor löst Eisen als Eisenchlorür, das Natrium zersetzt das Wasser unter Wasserstoffentwickelung und Bildung von Natriumhydroxyd und dieses zerlegt sofort wieder das Eisenchlorür unter Bildung von Ferrohydroxyd und Chlornatrium nach folgendem Vorgang:

Aus 2 NaCl entsteht z. B.:



— Pol	+ Pol
2 Na	2 Cl
diese zersetzen:	diese verbinden sich mit
H_2O	Fe zu $FeCl_2$ (Eisenchlorür)
H_2O	
zu 2 NaHO + H_2 (die frei werden)	

während 2 NaHO + $FeCl_2$ bilden 2 NaCl + FeH_2O_2, welches letztere flockig ausgeschieden wird. Wenn das Wasser freien Sauerstoff enthält oder letzterer frei aus der Luft zutreten kann, so bildet sich aus letzterem zum Theil Ferrihydroxyd.

Elektrolysirtes Salz	Dauer der Einwirkung d. Stromes	Menge des H_2	Menge des O	Menge der CO_2	Abnahme der Platten — Pol	Abnahme der Platten + Pol	Gebildet. FeO	Gebildet. Fe_2O_3	= Gefundenes Fe	Berechn. Fe aus H_2	Bemerkung.
1. Na_2SO_4 10 aq 1,0‰	$1^1/_4$ St.	33	0	0	—	—	0,1113	0	0,0843	0,0828	
2. $NaNO_3$ 1‰	$1^1/_4$ St.	26,9	0	0	—	—	0,0891	0	0,0674	0,0684	Reduct. zu
3. HNO_3 1‰	$1^1/_4$ St.	42,5	0	0	—	—	0,1520	0	0,1151	0,1076	N_2O_3 u. NH_3
4. NaCl 0,5‰	$1^1/_4$ St.	26,4	0	0	0,0089	0,0750	0,0937	0	0,0710	0,0662	Kein Cl bzw.
5. $K_2Cr_2O_7$ 0,5‰	$5^1/_2$ St.	17,2	8,2	0	0,0024 Zunahme	0	0	Spur	—	—	NaOCl
6. Obige Lösung + 0,5‰ NaCl	$1^1/_4$ St.	41,2	0	0	0,0005	0,1122	0	0,1677	0,1174	0,1033	Kein Cl
7. K_2CrO_4 0,5‰	5 St.	30,5	11,8	0	0,0002 Zunahme	0,0074 Zunahme	0	0	0	0	
8. Obige Lösung + 0,5‰ NaCl	$1^1/_2$ St.	45,3	0,2	0	0,0015	0,1162	0	0,1698	0,1188	0,1131	do.
9. $KMnO_4$ 0,5‰	7 St.	14,2	11,7	0	0,0452 Zunahme = MnO_2	0,0261	0	0,0317	0,0222	—	
10. Obige Lösung + 0,5‰ NaCl	$1^1/_2$ St.	42,9	0,3	0	0,008	0,1504	0	0,1985	0,1390	0,1076	do.
11. $CaCl_2$ 0,5‰	2 St.	35,0	0	0	—	—	0,1151	0	0,0876	0,0878	do.
12. $MgCl_2$ 0,5‰	$1^1/_2$ St.	20,5	0	0	—	—	0,0665	—	0,0503	0,0514	do.
13. Na_2CO_3 0,5‰	3 St.	17,3	5,6	0	—	—	0	0,0197	0,0138	—	
14. Obige Lösung + 0,5‰ NaCl	1 St.	39,2	0	0	—	—	0,1233	—	0,0933	0,0983	do.
15. $NaHCO_3$ 0,6‰	$4^1/_2$ St.	36,8	4,8	0	—	—	0	0,0521	0,0366	—	
16. Obige Lösung + 0,6‰ NaCl	1 St.	42,2	0	0	—	—	0,1275	0	0,0965	0,1058	do.
17. Lösung 16 + CO_2 (Ueberschuss)	1 St.	40,7	0	13,3	—	—	0,1420	0	0,1075	0,1021	do.
18. $(NH_4)_2CO_3$ 0,5‰	5 St.	40,5	20,3	0	—	—	0	0,0064	0,0045	—	
19. NaCl 0,5‰ + CO_2 (Ueberschuss	40 Min.	27,8	0	22,2	—	—	0,1234	0	0,0957	0,0697	do.
Versuche nach **Hermite** mit NaCl 3‰ und Platinelektroden:											
NaCl 3‰	$1^1/_2$ St.	32,0	10,1	0	— Platte Zink	+ Platte Platin	—	—	—	—	Keine Abscheid. starke Cl-Entw.
do.	$^1/_2$ St.	52,5	0	0	— Platte Platin	+ Platte Zink	ZnO = 0,1967 = 0,1578 Zn Berechnet 0,1476				Kein Cl

In derselben Weise wie Kochsalz verhalten sich andere Chloride, wie Chlorcalcium und Chlormagnesium. Bei ihrer Zersetzung entsteht kein Chlor, kein Oxychlorid, kein freier Sauerstoff. Dass der Vorgang wirklich in dieser Weise verläuft, geht auch daraus hervor, dass die Anode genau um so viel an Eisen abnimmt, als sich — unter Berücksichtigung der etwaigen Versuchsfehler — Eisen aus dem entwickelten Wasserstoff berechnet.

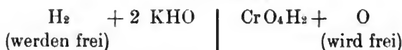
2. Nimmt man statt der Chloride andere Salze, die wie neutrales und saures chromsaures oder übermangansaures Kalium leicht Sauerstoff abspalten, deren negative Jone aber nicht lösend auf Eisen wirkt, so tritt Wasserstoff und Sauerstoff auf, indem sich kein Ferrohydroxyd und kein oder nur wenig Ferrihydroxyd abscheidet. Ohne Zweifel verläuft dann der Vorgang z. B. für neutrales chromsaures Kalium K_2CrO_4 nach folgendem Schema:



Diese beiden Spaltungsproducte zersetzen Wasser



und bilden



und daraus entsteht wieder:



Aehnlich wie chromsaures und übermangansaures Kalium verhalten sich als schlechte Stromleiter kohlensaure Salze, deren negative Jone wie die ersterer Salze einen weniger stark sauren Charakter besitzt, dementsprechend auch nicht oder nur wenig Eisen an der Anode zu lösen vermag.

An der Anode entwickelt sich Sauerstoff, welcher z. Th. gasförmig entweicht, z. Th. die positive Eisenplatte oxydirt, von welcher sich dann leichte Wolken von Ferrihydroxyd abscheiden.

Setzt man diesen Salzlösungen noch Chlornatrium zu, so zersetzt sich dieses unter blosser Wasserstoffentwickelung wieder wie vorhin und bildet sich eine dem frei werdenden Wasserstoff aequivalente Menge Ferrohydroxyd. Nur wenn gleichzeitig stark

oxydirende Salze wie chrom- und übermangansaure Salze vorhanden sind, scheidet sich Ferrihydroxyd ab, indem das gebildete Eisenchlorür in Chlorid übergeführt wird. Gleichzeitig kann dann auch noch an der Anode eine geringe Menge freier Sauerstoff und Ferrihydroxyd auftreten.

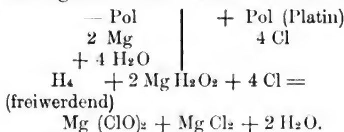
3. Freie Säuren, wie Salpetersäure und Kohlensäure, lösen die entsprechende Menge des sich abscheidenden Eisenoxyduls event. auch Oxyds auf und verzögern dadurch die Ausfällung. Dieses gilt für das Oxydul auch besonders von der Kohlensäure, wenn solche frei und im Ueberschuss vorhanden ist, nicht aber von den Bikarbonaten. Aus solcher Lösung fällt jedoch sehr bald, wenn dieselbe mit der Luft in Berührung kommt, infolge Oxydation des Ferrocarbonats Ferrihydroxyd aus.

4. Nitrate werden, wie das auch von Fermi nachgewiesen ist, zu Nitrit und Ammoniak reducirt, ein weiterer Beweis dafür, dass die elektrische Reinigung nach dem Webster'schen Verfahren kein Oxydationsvorgang ist.

Wenn daher, wie Webster angibt, Indigo- und Lakmuslösung gebleicht werden, so ist das einfach auf die reducirende Wirkung des Wasserstoffs zurückzuführen.

Auch das Verschwinden von Oxalsäure, Weinsäure, Ameisensäure in schwachen, wässerigen Lösungen, welches Fermi beobachtete, beruht ohne Zweifel zunächst auf Jonentrennung, nicht auf Oxydation.

5. Anders jedoch gestaltet sich der Vorgang, wenn man nach dem Hermite'schen Verfahren als Kathode Zink, als Anode Platin anwendet. Auf letzteres kann das frei werdende Chlor nicht lösend wirken; es tritt frei auf oder bildet mit der Base ein unterchlorigsaures Salz. Ueber diesen Vorgang werden auch verschiedene Erklärungen gegeben; indess dürfte der Vorgang wohl in folgender Weise verlaufen z. B. für $2\,MgCl_2$:



— Pol	+ Pol (Platin)
2 Mg	4 Cl
$+ 4\,H_2O$	

$$H_4 \text{ (freiwerdend)} + 2\,MgH_2O_2 + 4\,Cl = Mg(ClO)_2 + MgCl_2 + 2\,H_2O.$$

Da neben Wasserstoff auch noch Sauerstoff entwickelt wird, so dürfte das unterchlorigsaure Magnesium zum Theil weiter in Sauerstoff und Chlormagnesium zersetzt werden.

Vertauscht man alsdann die Pole und nimmt Platin als Kathode und Zink als Anode, so tritt wieder kein Chlor bezw. kein unterchlorigsaures Salz auf. Das frei werdende Chlor löst Zink auf und scheidet sich wie bei Anwendung von Eisenelektroden eine dem entwickelten Wasserstoff äquivalente Menge Zinkhydroxyd aus.

Versuche mit verschiedenen Schmutzwässern.

Wenngleich aus diesen Versuchen schon mit Bestimmtheit geschlossen werden muss, dass der elektrische Strom bei Gegenwart von Chloriden und Sulfaten ohne Anwesenheit von Oxydationsmitteln und bei Anwendungen von Eisenelektroden keine oxydirende Wirkung auf die Bestandtheile eines Schmutzwassers äussern kann, so haben wir doch noch weiter über die Grösse der reinigenden Wirkung eines elektrischen Stromes auf Schmutzwasser verschiedener Art directe Versuche angestellt, indem gleichzeitig Fällungen mit chemischen Fällungsmitteln, nämlich Ferrosulfat + Kalk und Ferrosulfat + Natron vorgenommen wurden, um einen Vergleich zwischen der Wirkung der elektrischen Reinigung und der mit chemischen Fällungsmittel zu erhalten.

Zur Elektrolyse der Schmutzwässer wurde ein Kanal benutzt, dessen eiserne Seitenwände als Elektroden dienten. Diese hatten eine Höhe von 8 cm und eine Länge von 3 m; sie waren jedoch rechtwinkelig im Zickzack hin- und hergebogen und in einem Abstande von 1,5 cm sich gegenübergestellt, so dass die Gesammtlänge des Kanals im Ganzen nur 120 cm betrug. Die Wände waren durch Gummiplatten isolirt, indem sie auf einer Gummiplatte in einer Holzrinne ruhten und mittelst Schrauben durch eiserne Stangen, unter welchen sich ebenfalls Gummistreifen befanden, fest angezogen wurden; die vollständige Dichtung auf der Unterlage wurde durch Eingiessen von Gyps erreicht. Der Apparat hatte ein Gefälle von 1 cm und fasste 5 l. Für die Elektrolyse wurden die Seitenwände mit den Poldrähten einer elektrischen Stromquelle, meistens der Gülcher'schen

Thermosäule aus 66 Elementen für eine Leistung von 4 Volt und ca. 3 Ampère verbunden. Dem zu elektrolysirenden Abwasser wurde stets eine kleine Menge Chlornatrium (0,5—1,0 g pro 1 l), falls solches nicht schon genügend vorhanden war, zugesetzt und der Zufluss in den Kanal durchweg so bemessen, dass die Elektrolyse für 10 l Abwasser in einer Stunde beendet war. In dieser Zeit war meistens eine der bei den Versuchen in Salford und Crossness gefundenen gleiche Menge Ferrohydroxyd gebildet und niedergeschlagen.

Gleichzeitig wurden je 10 l desselben Abwassers durch Fällen mit Ferrosulfat + Kalk und durch Ferrosulfat + Natron, wie es im Grossen üblich ist, gereinigt und in gleicher Weise untersucht.

Um für die chemische Analyse vergleichbare Proben zu erhalten, wurden dieselben nach der elektrischen Behandlung wie nach der chemischen Fällung durch gleichartige Filter filtrirt. Die chemische Untersuchung erstreckte sich nur auf die wichtigsten Bestandtheile, organische und unorganische Stoffe (durch Glühverlust festgestellt), auf Verbrauch von Chamäleonlösung, auf Bestimmung des Stickstoffs, der Alkalität und des durch die Elektrolyse gebildeten Ferrohydroxyds. Auch wurde die Anzahl der Bacterienkeime in üblicher Weise ermittelt. Die Ergebnisse sind in folgenden Tabellen enthalten:

I. Städtisches Abwasser.

Art der Behandlung	Bemerkung über Beschaffenheit des Wassers	Gelöste Stoffe: Unorganische (Glührückst.)	Gelöste Stoffe: Organische (Glühverlust)	Zur Oxydat. erforderl. Sauerst.: In alkal. Lösg.	Zur Oxydat. erforderl. Sauerst.: In saurer Lösung	Stickstoff	Alkalität	Gebildetes Eisenoxydul FeO	Bacteriolog. Befund
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	In 1 ccm Keime
1. Versuch.									
1. Ohne Behandlung		320,0	240,5	544,0	656,0	23,4	—	—	2970000
2. 10 l Wass., 7 g Kalk, 12 g Ferrosulfat .		1065,5	350,5	480,0	532,0	23,4	126,9 (Ca O)	—	steril
3. 10 l Wasser, 11 bis 12 g Na OH, 12 g Ferrosulfat . .		1500,0	267,0	464,0	616,0	25,0	343,2 Na_2O	—	steril
4. 1‰ Na Cl + Accumolatorenstrom .		1006,5	335,0	432,0	488,0	23,4	—	351,9	99000
5. ½‰ NaCl + Accumolatorenstrom .		551,5	348,0	464,0	520,0	23,4	—	384,3	240
6. ½‰ Na Cl const. Thermostrom . .		819,0	224,5	322,0	368,0	25,0	—	395,1	steril

Das Abwasser enthält Schwebestoffe:

Unorganische	Organische	Stickstoff
320,0 mg	240,4 mg	10,8 mg

Die gelösten organischen Stoffe haben durch Elektrolyse um 43,9%, durch Fällen mit Eisenvitriol und Kalk um 18,9 mg abgenommen.

Wiederholung der bacteriologischen Untersuchung nach 10tägigem Stehen:

a) offen	b) in geschlossenen sterilen Gefässen
Platte 1 gleiches Resultat wie oben	Platte 1, 2 und 3 wie oben
Platte 2 und 3 steril	Platte 4 43 560 Keime
» 4 53 460 Keime	» 5 35 640 »
» 5 43 560 »	» 6 178 200 »
» 6 43 560 »	

Art der Behandlung	Bemerkung über Beschaffenheit des Wassers	Gelöste Stoffe: Unorganische (Glührückst.)	Organische (Glühverlust)	Zur Oxydat. erforderl. Sauerst.: In alkal. Lösg.	In saurer Lösung	Stickstoff	Alkalität	Gebildetes Eisenoxydul FeO	Bacteriolog. Befund
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	in 1 ccm Keime
			2. Versuch.						
1. Ohne Behandlung	gelblich, opalisirend	559,0	303,0	128,0	115,2	51,5	—	—	mehrere Millionen
2. 1 l Wasser + 0,75 g Kalk + 1,2 g Ferrosulfat	klar, farblos	906,0	219,5	89,6	83,2	53,4	50,4 (Ca O)	—	steril
3. 1 l Wasser + 1,2 g Ferrosulfat + 1,0 g Na OH	farblos, fast klar	1480,5	211,0	118,4	99,2	51,5	105,4 (Na_2O)	—	do.
4. 1 l + 0,5 g Na Cl elektrisch . . .	fast klar u. farblos, sich jedoch schnell trübend unter Abscheid. von Fe_2O_3	1034,0	?	80,0	76,8	51,5	—	748,8	do.

Das Abwasser enthält Schwebestoffe:

Unorganische	Organische	Stickstoff
39,5 mg	240,5 mg	19,5 mg

Abnahme der gelösten organischen Stoffe:

durch Elektrolyse	durch Kalk und Eisenvitriol
37,5%	29,7%

Auf die Stickstoffverbindungen sind beide Verfahren ohne Einfluss geblieben. Die vorhandene freie Kohlensäure im Wasser, welche eine entsprechende Menge $Fe(OH)_2$ in Lösung brachte, verzögerte beträchtlich die Ausscheidung des Ferrohydroxyds.

II. Abwasser einer Strohpapierfabrik.

Art der Behandlung	Bemerkung über Beschaffenheit des Wassers	Gelöste Stoffe: Unorganische (Glührückst.)	Gelöste Stoffe: Organische (Glühverlust)	Zur Oxydat. erforderl. Sauerst.: In alkal. Lösg.	Zur Oxydat. erforderl. Sauerst.: In sauerer Lösung	Stickstoff	Alkalität	Gebildetes Eisenoxydul FeO	Bacteriolog. Befund
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	in 1 ccm Keime
1. Versuch.									
1. Ohne Behandlung		583,5	1214,5	472,0	600,0	17,8	—	—	steril
2. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 0,75 g CaO		1191,0	884,0	280,0	384,0	15,5	227,2 (CaO)	—	do.
3. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 1,0 g NaHO		1411,5	706,0	256,0	360,0	13,7	204,1 (Na_2O)	—	do.
4. 1 l + 0,5 g NaCl elektrisch . . .		759,0	588,0	208,0	296,0	13,7	—	645,3	do.

Das Abwasser enthält Schwebestoffe:

Unorganische	Organische	Stickstoff
80,0 mg	35,5 mg	1,7 mg

Es haben abgenommen durch:

	Elektrolyse	Eisenvitriol u. Kalk
Gelöste organische Stoffe	55,9 %	40,7 %
Gelöster Stickstoff	23,0 »	13,1 »

Art der Behandlung	Bemerkung über Beschaffenheit des Wassers	Gelöste Stoffe: Unorganische (Glührückst.)	Gelöste Stoffe: Organische (Glühverlust)	Zur Oxydat. erforderl. Sauerst.: In alkal. Lösg.	Zur Oxydat. erforderl. Sauerst.: In sauerer Lösung	Stickstoff	Alkalität	Gebildetes Eisenoxydul FeO	Bacteriolog. Befund
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	in 1 ccm Keime
2. Versuch.									
1. Ohne Behandlung	schmutzig, trübgelb	1241,5	2082,5	861,0	1016,0	26,7	154,0	—	steril
2. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 0,75 g CaO	etwas klarer, aber noch stark opalisirend	1659,0	1473,5	560,0	696,0	19,5	95,2	—	do.
3. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 1,0 g NaOH	schmutzig trübe gelb	2054,5	1637,5	576,0	712,0	21,3	288,4	—	do.
4. 0,5 g NaCl u. elektrisch	do.	1407,5	1447,5	520,0	624,0	21,3	84,0	596,0	do.
5. Neutralisirt mit HCl, 0,5 g NaCl und elektrisch .	gelblich, ganz leichte Trübung	1835,5	1239,5	432,0	480,0	16,0	—	1233,0	do.
6. Genau wie 5 . .	schwach gelblich klar	1932,0	984,5	368,0	416,0	16,0	—	—	do.

Das Abwasser enthält Schwebestoffe:

Unorganische	Organische	Stickstoff
312,5 mg	228,0 mg	?

Die Abnahme der gelösten Stoffe beträgt: durch

	Elektrolyse	Eisenvitriol u. Kalk
Gelöste organische Stoffe	59,1%	31,5%
Gelöster Stickstoff	40,0 »	27,0 »

Weil das Stroh bei der Papierfabrikation mit Kalk gekocht wird, so pflegt das Abwasser keine Mikroorganismen zu enthalten.

III. Abwasser einer Färberei.

Art der Behandlung	Bemerkung über Beschaffenheit des Wassers	Gelöste Stoffe: Unorganische (Glührückst.)	Gelöste Stoffe: Organische (Glühverlust)	Zur Oxydat. erforderl. Sauerst.: In alkal. Lösg.	Zur Oxydat. erforderl. Sauerst.: In saurer Lösung	Stickstoff	Alkalität	Gebildetes Eisenoxydul FeO	Bacteriolog. Befund
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	In 1 ccm Keime
1. Versuch.									
1. Ohne Behandlung	alkal., schmutzig dunkelroth gefärbt	3408,5	2211,5	720,0	1008,0	74,5	589,0 (Na_2O)	—	7—8 Mill.
2. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 0,75 g CaO	röthlich gelb	3465,0	1509,5	416,0	576,0	65,5	291,2 (CaO)	—	steril
3. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 1,0 g NaOH	schmutzig dunkelroth	4636,5	2124,0	672,0	928,0	65,5	604,5 (Na_2O)	—	do.
4. 1 l + 0,5 g NaCl u. elektrisch . . .	do.	4036,5	2044,0	640,0	912,0	73,0	589,0 (Na_2O)	244,0	do.
5. 1 l + 6,0 g 12% HCl + 0,5 g NaCl und elektrisch	fast hell und farblos	3895,0	1342,5	416,0	576,0	58,5	—	587,0	1500 000

Das Abwasser enthält Schwebestoffe:

Unorganische	Organische	Stickstoff
662,5 mg	722,5 mg	7,1 mg

Die gelösten organischen Stoffe haben durch Elektrolyse wie durch Kalk und Eisenvitriol um 42,9%, der gelöste Stickstoff durch Elektrolyse um 21,5, durch Fällen mit Eisenvitriol und Kalk um 12,1% abgenommen.

Art der Behandlung	Bemerkung über Beschaffenheit des Wassers	Gelöste Stoffe: Unorganische (Glührückst.)	Gelöste Stoffe: Organische (Glühverlust)	Gelöste Stoffe: Zur Oxydat. erforderl. Sauerst. In alkal. Lösg.	Gelöste Stoffe: Zur Oxydat. erforderl. Sauerst. In saurer Lösung	Stickstoff	Alkalität	Gebildetes Eisenoxydul FeO	Bacteriolog. Befund
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	In 1 ccm Keime
2. Versuch.									
1. Ohne Behandlung	schwach gelb, nur mehr opalisirend	2028,0	1619,0	326,0	416,0	186,9	—	—	1782 000
2. 1 l + 0,75 g CaO + 1,2 g Ferrosulfat .	klar, fast farblos	2324,0	1279,5	288,0	400,0	165,5	7,0 (CaO)	—	1336 500
3. 1 l + 1,0 g NaOH + 1,2 g Ferrosulfat .	wie Nr. 1	2660,0	1417,0	312,0	392,0	169,1	15,5 (Na_2O)	—	693 000
4. 1 l + 0,5 g NaCl u. elektrisch . . .	wie Nr. 1, etwas klarer	2142,0	1320,0	312,0	392,0	169,1	—	508,0	445 500
5. Schwach alkalisch + 0,5 g NaCl und elektrisch . . .	wie Nr. 1	2452,5	1406,0	296,0	408,0	172,6	40,3 (Na_2O)	882,0	891 000

Das Abwasser enthält Schwebestoffe:

Unorganische	Organische	Stickstoff
2675,5 mg	2363,5 mg	131,7 mg

Das stark schlammhaltige, sauer reagirende Wasser wird durch jedes Reinigungsverfahren nur wenig verändert; wegen der nur schwachen alkalischen Beschaffenheit des gereinigten, filtrirten Wassers nach allen Verfahren kann die reichliche Menge vorhandener Mikroorganismen nicht befremden.

IV. Abwasser eines städtischen Schlachthauses.

Art der Behandlung	Bemerkung über Beschaffenheit des Wassers	Gelöste Stoffe: Unorganische (Glührückst.)	Gelöste Stoffe: Organische (Glühverlust)	Gelöste Stoffe: Zur Oxydat. erforderl. Sauerst. In alkal. Lösg.	Gelöste Stoffe: Zur Oxydat. erforderl. Sauerst. In saurer Lösung	Stickstoff	Alkalität	Gebildetes Eisenoxydul FeO	Bacteriolog. Befund
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	
1. Ohne Behandlung	von Blut roth trübe, alkalisch	482,5	1531,0	408,0	320,0	275,9	—	—	Alle Wässer enthalten mehrere Millionen Keime, Nr. 3 am wenigsten.
2. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 0,75 g CaO	roth, klar	801,5	1044,5	312,0	208,0	185,1	—	—	
3. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 1,0 g NaOH	do.	1176,5	966,0	304,0	200,0	179,7	21,7 (Na_2O)	—	
4. 1 l + 0,5 g NaCl u. elektrisch . . .	do.	772,0	1051,0	304,0	200,0	185,1	—	563,0	
5. Fast neutralisirt + 0,5 g NaCl auf 1 l und elektrisch .	do.	947,5	1206,5	312,0	208,0	190,4	12,4 (Na_2O)	378,0	

Das Abwasser enthält Schwebestoffe:

Unorganische	Organische	Stickstoff
?	160,0 mg	3,6 mg

Es sind entfernt worden: durch

	Elektrolyse	Kalk u. Eisenvitriol	Natron u. Eisenvitriol
Gelöste organische Stoffe	37,5%	35,0%	37,5%
Gelöster Stickstoff . . .	32,9 »	32,9 »	34,9 »

Hier hat ausnahmsweise die Fällung mit Eisenvitriol + Natron etwas stärker fällend gewirkt, als die mit Eisenvitriol + Kalk.

V. Hefewasser einer Bierbrauerei.

Art der Behandlung	Bemerkung über Beschaffenheit des Wassers	Gelöste Stoffe: Unorganische (Glührückst.)	Gelöste Stoffe: Organische (Glühverlust)	Zur Oxydat erforderl. Sauerst.: In alkal. Lösg.	Zur Oxydat erforderl. Sauerst.: In saurer Lösung	Stickstoff	Alkalität	Gebildetes Eisenoxydul FeO	Bacteriolog. Befund
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	in 1 ccm Keime
1. Ohne Behandlung	weisslich trübe	560,0	497,5	172,8	195,2	46,2	—	—	mehrere Millionen
2. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 0,75 g CaO	schwach opalisirend	672,0	819,0	112,0	156,8	30,2	—	—	
3. 1 l + 1,2 g Ferrosulfat + 1,0 g NaOH	klar, Stich in's Gelbliche	774,5	822,0	108,8	155,2	33,5	173,6 (Na_2O)	—	steril
4. 10 l fast neutralisirt + 0,5‰ NaCl und elektrisch	schwach opalisirend	1062,5	690,0	104,0	148,8	33,5	—	545,0	mehrere Millionen
5. Genau behandelt wie Nr. 4 . . .	klar, Stich in's Gelbliche	1063,0	692,5	99,2	144,0	30,2	31,0 (Na_2O)	—	

Das Abwasser enthält Schwebestoffe:

Unorganische	Organische	Stickstoff
?	222,5 mg	23,1 mg

Es wurden entfernt: durch

	Elektrolyse	Kalk u. Eisenvitriol
Gelöste organische Stoffe	42,6%	35,2%
Gelöster Stickstoff	34,7 »	34,7 »

Zu den vorstehenden Versuchen ist zunächst Folgendes zu bemerken:

Alsbald nach Einschaltung des Apparates in den elektrischen Strom tritt eine lebhafte Gasentwickelung in dem Kanale auf und es beginnt die Ausscheidung des Ferrohydroxyds. Letzteres bleibt durch die Gasentwickelung in der Flüssigkeit innerhalb des Kanales in ständiger Bewegung; dabei setzt sich ein

kleiner Theil mit dem blasigen Schaume an der Oberfläche ab. Die ausgeschiedenen Ferrohydroxydpartikelchen schlagen die suspendirten und auch theilweise die gelösten Stoffe auf sich nieder und man bemerkt, wenn die Eisenabscheidung reichlicher geworden ist, schon innerhalb des Kanales trotz der schmutzig grünen Färbung eine deutliche Klärung der Flüssigkeit, indem sich die Ausscheidungen mehr zusammenballen Nach dem Durchfliessen des Kanales sedimentirt die Flüssigkeit meist sehr schnell; auch die Fällung mit Kalk und Ferrosulfat zeigt in dieser Beziehung ein gleiches Verhalten, dagegen vollzieht sich die Ausfällung bei der Behandlung mit Ferrosulfat und Natron etwas langsamer. Die Anwendung des stärkeren Akkumulatorenstromes bot bei den vorstehenden Versuchen vor der der Thermosäule keine Vorzüge, wie die Versuche ad I S. 200 zeigten; die Gasentwickelung und damit die Ferrohydroxyd-Abscheidung war anfänglich nur wenig stärker, als bei Anwendung der Thermosäule, obgleich die Poldrähte sich stark erhitzen; später war die Wirkung dagegen entschieden schwächer.

Der Zusatz von $\frac{1}{2}$ % Chlornatrium erwies sich überall als vollkommen ausreichend.

Im Uebrigen erfahren wir aus den Versuchen, dass:

1. Die Reinigung durch Elektrolyse sowohl auf die gelösten organischen Stoffe wie den gelösten Stickstoff eine etwas stärker fällende Wirkung geäussert hat, als die Fällung mit Ferrosulfat + Kalk bezw. Natron. Dieses hat ohne Zweifel seinen Grnnd darin, dass

a) das fortwährend und allmählich sich bildende Ferrohydroxyd die organischen Schmutzstoffe des Wassers vollkommener in sich schliesst, als der mit einem Male entstehende mehr grobflockige Niederschlag von Ferrohydroxyd bei Anwendung von Ferrosulfat + Kalk bezw. Natron.

Sehr wahrscheinlich übt auch hierbei die fortwährende Gasentwickelung (von Wasserstoff) in der Flüssigkeit einen günstigen Einfluss aus, indem sie die Bestandtheile des Schmutzwassers (organische Stoffe und Bacterien) durch die Bewegung der Wassertheilchen wiederholt mit dem abgeschiedenen Ferrohydroxyd in

Berührung bringt, und eine grössere Niederschlagung oder Einhüllung durch letzteres bewirkt.

b) bei der Elektrolyse das Abwasser, wenn es neutral war, neutral bleibt, dagegen bei der Fällung mit Eisenvitriol + Kalk bezw. Natron, weil letztere beide, um eine schnellere Abscheidung des Niederschlages zu erzielen, in einem gewissen Ueberschuss zugesetzt werden müssen, eine alkalische Beschaffenheit annimmt und freies Alkali wieder lösend auf bereits gefällte Stoffe wirkt. Denn es ist eine bekannte vielerorts durch zahlreiche Analysen belegte Thatsache, dass die mit Ferrosulfat oder Thonerdesulfat oder Chlormagnesium etc. unter Zusatz von überschüssigem Kalk gereinigten Schmutzwässer der verschiedensten Art im filtrirten Zustande häufig mehr gelöste organische Stoffe und Stickstoffverbindungen enthalten, als das einfach filtrirte ursprüngliche Schmutzwasser ohne Anwendung von Fällungsmitteln. Das kommt eben daher, dass der freie Kalk bei längerer Berührung mit dem darin befindlichen Niederschlage lösend auf die organischen Stoffe des letzteren wirkt und diese wieder im Wasser vermehrt; wenn trotzdem das mit überschüssigem Kalk gereinigte Abwasser im filtrirten Zustande reiner und klarer aussieht, als das ungereinigte filtrirte Abwasser, so ist das eben eine Täuschung. Das blankere Ansehen wird durch den überschüssigen Kalk erzielt und wird aus dem Grunde, um die günstige Wirkung eines chemischen Reinigungsverfahrens den Aufsichtsbehörden oder sonstigen Interessenten zu zeigen, mit Vorliebe ein grosser Ueberschuss von Kalk angewendet, ohne zu bedenken, dass man dadurch das Gegentheil von dem erreicht, was man erreichen will. Zur Vermeidung dieser nachtheiligen Wirkung soll man einen thunlichst geringen Ueberschuss von Kalk anwenden; unter ein gewisses Minimum aber kann man nicht hinabgehen, weil sich sonst der Niederschlag nur langsam und schwierig absetzt.

Bei vorstehenden Versuchen im Kleinen wurde alsbald nach Absetzung des Niederschlages filtrirt und sehen wir, dass das mit chemischen Fällungsmitteln versetzte, filtrirte Schmutzwasser weniger gelöste Stoffe enthält, als das natürliche filtrirte Schmutz-

wasser ohne Zusatz von Chemikalien. Aus dem Grunde ist auch ein Theil der gelösten organischen Stoffe hier mitgefällt worden und wenn diese Menge nicht so gross ist, wie bei der elektrischen Reinigung, so muss das, wie gesagt, ohne Zweifel auf die alkalische Beschaffenheit der mit chemischen Fällungsmitteln behandelten Abwässer mit zurückgeführt werden.

Hierfür spricht auch das Ergebnis in Versuch 1, Nr. III, S. 203, in welchem das durch Salzsäure neutralisirte Färbereiabwasser durch die elektrische Behandlung viel stärker gereinigt wurde, als das stark alkalische Abwasser ohne Neutralisation.

2. Die durch Elektrolyse gereinigten neutralen Abwässer verhalten sich in bacteriologischer Hinsicht, was die Anzahl der Bacterienkeime anbelangt, durchweg nicht so günstig und bleiben nicht solange steril, als die durch Fällen mit Ferrosulfat + Kalk bezw. Natron gereinigten Abwässer. Auch dieses hat wiederum in der verschiedenen alkalischen Beschaffenheit der Abwässer, die keine Bacterien aufkommen lässt, seinen Grund; ist aber nur ein bedingter Vortheil für die auf letztere Weise gereinigten Abwässer. Denn die Bacterien stellen sich alsbald wieder in grösster Anzahl ein, wenn die alkalische Beschaffenheit durch Säuren aufgehoben wird. Dieses ist besonders bei den mit überschüssigem Kalk gereinigten Abwässern im Grossen der Fall. Der freie Kalk der gereinigten Abwässer wird nämlich alsbald entweder durch die Kohlensäure der Luft oder durch die des doppeltkohlensauren Kalciums eines Bach- und Flusswassers, in welches sich das gereinigte Abwasser ergiesst, neutralisirt; es bildet sich dann unlösliches kohlensaures Kalcium, das zu einer erneuten Schlammbildung, und weil es noch vorhandene stickstoffhaltige Stoffe mit niederreisst, zu einer erneuten Fäulnis Veranlassung gibt, indem sich gleichzeitig wieder eine Anzahl Bacterien einstellt.

Diese Verhältnisse konnten vom Verfasser deutlich bei dem gereinigten Abwasser der Stadt Dortmund verfolgt werden, welche das Abwasser durch Zusatz von aufgeschlossenem Thon und überschüssigem Kalk reinigt. Dasselbe ergiesst sich in die Emscher; die Klagen über die Verunreinigung der Emscher durch

die Abwässer der Stadt Dortmund nach Einführung des genannten Reinigungs-Verfahrens waren aber nicht verstummt, sondern machten sich kurze Zeit darauf in demselben oder sogar in erhöhtem Maasse geltend.

In der That liess sich die Verunreinigung der Emscher unterhalb der Einmündung des gereinigten Abwassers noch 14 km weit deutlich verfolgen, indem im Mittel von 3 Probenahmen gefunden wurde:

I. Befund des Wassers für 1 l:

	Zur Oxydat. erforderlicher Sauerstoff in alkalisch. Lösung	Zur Oxydat. erforderlicher Sauerstoff in saurer Lösung	Organ. Stickstoff	Keime von Mikrophyten in 1 ccm
	mg	mg	mg	
1. Gereinigtes städtisches Abwasser	88,0	90,1	23,0	73
2. Emscherwasser:				
a. Vor Aufnahme des gereinigten Abwassers	7,4	6,6	9,4	33 448
b. Nach Aufnahme desselben:				
α. Etwa 1 km unterhalb	12,2	11,9	17,0	1 453 000
β. » 7 km »	11,1	10,5	14,3	124 000
γ. » 14 km »	8,9	9,4	12,7	220 600

II. Zusammensetzung des Bachschlammes (in der Trockensubstanz):

	Organ. Stoffe	Stickstoff	Phosphorsäure	Kalk
	%	%	%	%
1. Schlamm aus dem Graben[1]) des gereinigten städtischen Abwassers etwa 400 m unterhalb der Reinigungsanlage	19,65	0,501	0,409	9,720
2. Schlamm aus der Emscher:				
a. Vor Aufnahme des gereinigten Abwassers	18,81	0,390	0,322	0,917
b. Nach Aufnahme desselben:				
α. Etwa 1 km unterhalb	18,98	0,609	0,362	7,240
β. » 7 km[2]) »	43,47	0,752	0,607	5,769
γ. » 14 km[2]) »	37,76	0,712	0,609	3,211

1) In diesem Graben nimmt das Abwasser schon etwas anderes, aber reines Wasser auf.

2) Vor Mühlenstauwerken befindlicher Schlamm.

Aus diesen Untersuchungen erhellt, dass das mit überschüssigem Kalk gereinigte Abwasser — es enthielt im Mittel 117,9 mg freien Kalk (CaO) in 1 l — nicht lange bacterienfrei bleibt; einige Hundert Meter unterhalb der Einmündung in das Bachwasser sind Keime wieder zu Millionen in 1 ccm Wasser vorhanden, d. h. die Anzahl der Bacterien in dem unvermischten Bachwasser hat sich durch Aufnahme des gereinigten Abwassers um mehr als eine Million vermehrt, ein Beweis, dass die noch vorhandenen organischen Stoffe des gereinigten Abwassers nach Abstumpfung des freien Kalkes einen geeigneten Nährboden für die Bacterien abgeben.

Auch sehen wir, wie der überschüssige zugesetzte Kalk an der Schlammbildung in der Emscher noch 14 km weit unterhalb der Einmündung des gereinigten Abwassers betheiligt ist.

Die vielgepriesene Bacterienfreiheit eines mit überschüssigem Kalk gereinigten Abwassers hat daher nur einen bedingten Werth.

Die Reinigung mit vielem überschüssigen Kalk kann nur da empfohlen werden, wo es darauf ankommt, ein städtisches Abwasser nur auf ganz kurze Strecken frei von Bacterien aller Art zu halten, wo es also recht bald in grosse Wasserläufe gelangt, in denen es rasch eine hinreichend starke Verdünnung erfährt und der sich bildende Schlamm unbeschadet mit fortgeschlemmt wird.

Jedenfalls kann das ungünstigere bacteriologische Verhalten der durch Elektrolyse gereinigten Abwässer nach Webster's Verfahren gegenüber der Reinigung mit Eisenvitriol + überschüssigem Kalk dem ersteren für gewöhnliche Verhältnisse nicht zum Nachtheil angerechnet werden.

3. Der Reinigungsvorgang durch Elektrolyse verläuft in einem neutralen Wasser am vollkommensten; eine saure wie alkalische Beschaffenheit des zu reinigenden Wassers beeinträchtigen die Abscheidung des Ferrohydroxyds, indem freie Säure eine entsprechende Menge des sich bildenden Niederschlages von Ferrohydroxyd sofort wieder auflöst, Alkali dagegen das an der Anode sich abscheidende negative Spaltungsproduct, wenigstens zum Theil sättigt, infolgedessen eine entsprechende

Menge Eisen weniger gelöst wird. Besonders störend ist freie Kohlensäure in einem Schmutzwasser; das durch dieselbe gebildete Ferrocarbonat scheidet in Berührung mit Luft bei der Klärung fortgesetzt Ferrohydroxyd ab und klären sich dadurch die Abwässer nicht oder nur langsam.

4. Eine directe Oxydation von organischen Stoffen findet nach dem Webster'schen Verfahren bei Anwendung von Eisenelektroden bezw. einer Anode, die von dem Anion angegriffen bezw. gelöst wird, sowie bei Anwendung von Chloriden als Stromleiter, wie von vornherein angenommen werden konnte, nicht statt. Der wesentlichste Umstand dieses Reinigungsverfahrens beruht in der Abscheidung von Ferrohydroxyd.

Aus dem Grunde ist das Webster'sche Reinigungsverfahren — unter Anwendung von Eisen- oder Zinkelektroden — nichts anderes als ein chemisches Reinigungsverfahren und unterscheidet sich von letzterem nur dadurch, dass die fällenden chemischen Verbindungen durch den elektrischen Strom erzeugt werden, während sie bei der chemischen Reinigung im fertiggebildeten Zustande zugesetzt werden.

Das elektrische Reinigungsverfahren unterscheidet sich ferner von dem chemischen dadurch, dass die Flüssigkeit, weil die Umsetzung stöchiometrisch verläuft, wenn sie neutral war, neutral bleibt und das kann aus den vorhin angeführten Gründen gegenüber dem chemischen Reinigungsverfahren als ein gewisser Vorzug angesehen werden.

Im Uebrigen wird sich die Einführung des elektrischen Reinigungsverfahrens nur dort empfehlen:

a) wo andere bessere Reinigungsverfahren wie die Berieselung ausgeschlossen sind;
b) wo eine billige Natur- (z. B. Wasser-) Kraft zur Erzeugung der Elektricität zur Verfügung steht.

Agric. chem. Versuchsstation Münster i. W. im Sept. 1896.

Ueber eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung der Rohfaser.

Von

Dr. Lebbin,

Chemiker an der Königl. Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen.

Bei der Untersuchung grösserer Reihen von Roggen- und Weizenmahlproducten machte sich das Bedürfnis geltend, ein Verfahren ausfindig zu machen, welches gestattet, den Rohfasergehalt von Cerealien in einfacher und befriedigender Weise zu bestimmen. Es existirt zwar eine grosse Anzahl von Methoden, die diesem Zwecke dienen, allein nur eine einzige von ihnen, das sogenannte Weender Verfahren, hat sich Eingang in weitere Kreise zu verschaffen gewusst.

Seitdem der Engländer Sir Humphry Davy als der Erste eine Anleitung zur Abscheidung der Holzfaser veröffentlicht hat (s. unten), ist das Bestreben, eine brauchbare Methode zu besitzen, immer lebhafter geworden. Insbesondere haben sich die seit Anfang der fünfziger Jahre in's Leben gerufenen zahlreichen landwirthschaftlichen Versuchsstationen die Sache angelegen sein lassen. So kommt es, dass wir heute gegen 40 verschiedene Vorschläge zur Rohfaserbestimmung verzeichnen können.

Die wichtigsten derselben sollen hier kurz skizzirt werden.

1. Sir Humphry Davy, in seinen »Elemente der Agrikulturchemie«, deutsch von Friedr. Wolff, Berlin 1814, S. 116, bezeichnet als Rohfaser alles das, was bei abwechselnder Behandlung von Pflanzentheilen mit siedendem Wasser und siedendem Alkohol übrig bleibt. Davy fügte schon hinzu, dass es so viele verschiedene Arten von Pflanzenfasern gibt als Pflanzen und Pflanzenorgane.

2. Carl Sprengel, Chemie für Forstmänner, Landwirthe und Cameralisten, Göttingen 1832, Bd. II S. 250; Holzfaser ist im möglichst reinen Zustande dadurch zu erhalten, dass man Pflanzentheile zerkleinert, wiederholt mit Wasser, Aether, Weingeist, verdünnter Salzsäure, wässrigem Kali und Chlorwasser behandelt. Zuletzt wird noch mit Wasser ausgekocht.

3. Horsford und Krocker, Annalen der Chemie und Pharmacie 1846, S. 166 und 212, digeriren nach Liebigs Vorschrift die zu untersuchende Substanz längere Zeit mit verdünnter Salzsäure, gossen dieselbe von Zeit zu Zeit ab und erneuerten sie. Nach ebensolcher Behandlung mit verdünnter Kalilauge wurde nach 2 Monaten abfiltrirt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen.

3. J. Thomas Way, Journal of the Royal Agricultural Society of England XIV (1853) S. 171—187; lässt die Substanz »mehrmals mit mässig starker Kalilauge« erhitzen, abfiltriren, waschen u. s. w. Es wird angenommen, dass auf diese Weise Gummi, Zucker, Stärke gemeinschaftlich mit den Eiweissstoffen gelöst werden. Der Aschengehalt ist vom Rückstand abzuziehen.

5. H. Ritthausen, Mittheilungen aus Waldau, Heft I Seite 68, Berlin 1859 bei Gustav Bosselmann. Holzfaser bezeichnet immer die Substanz der Pflanze, welche nach dem Auskochen mit 2proc. Schwefelsäure und ebensostarker Kalilauge unter Abrechnung des verbleibenden Aschengehalts erhalten wurde.

6. Th. Dietrich, Berichte der Versuchsstation Haydau 1862; Holzfaser wird mit 1proc. Salzsäure und 1proc. Kalilauge bei ¼stündigem Kochen erhalten.

7. Péligot, Annales de Chimie et de Physique 1849, Band 39, fand, dass eine Mischung von 100 Theilen gewöhnlicher Schwefelsäure und 91,8 Theilen Wasser sowohl die Stärke als auch den Kleber auflöst, besonders wenn man das Gemenge bei etwas unter 100° erwärmt. Oder man lässt die Säure 24 Stunden mit dem Mehle stehen; die Masse wird durchscheinend und violett. Beim darauffolgenden Erhitzen schwärzt sich die Masse; durch nun folgende Verdünnung mit Wasser

wird die Masse wieder hell; man filtrirt ab, wäscht die breiige Cellulose mit heissem Wasser, darauf mit Kalilauge, welche eine braune Substanz und Fett entfernt. Dann wird wiederholt mit Wasser, Essigsäure, wieder Wasser, Alkohol und Aether gewaschen, bei 110° getrocknet und gewogen.

8. F. Krocker, Annalen der Landwirthschaft im Preussischen Wochenblatt 1865; Rohfaser wird erhalten durch successive Behandlung der Objecte mit Wasser, Alkohol, Aether, 3proc. Schwefelsäure und 3proc. Kalilauge, wieder Wasser und zuletzt Essigsäure. Asche und Stickstoffsubstanz wird abgezogen.

9. H. Grouven (Versuchsstation Salzmünde) Annalen der Landwirthschaft in Preussen 1862, Seite 302. Die Trockensubstanzen werden 7 Stunden mit 5proc. Schwefelsäure und dann ebensolange mit 3proc. Kalilauge digerirt.

10. Moser, Weender Jahresberichte 1855/56 II 29 digerirt mit Kalilauge und dann mit Salzsäure bei angehender Siedehitze. Die Concentration war stärker als beim Weender Verfahren (1 ¼).

11. A. C. Oudemans jun., Weender Jahresberichte 1857/60 II, Seite 92; die Substanz wurde mit einem kalt bereiteten Malzaufguss bei 70° solange erwärmt, bis die Stärke gelöst schien. 4 Theile der erhaltenen Flüssigkeit wurden mit 1 Theil 20proc. Kalilauge einige Minuten erwärmt und filtrirt. Der Rückstand wurde mit warmer, verdünnter Kalilauge, kochendem Wasser, Essigsäure, Alkohol und Aether ausgewaschen und bei 130° getrocknet.

12. Th. Dietrich, Landwirthschaftliche Zeitung für Kurhessen 1858, Seite 100; 5 g Trockensubstanz werden ¼ Stunde mit 300 ccm 2proc. Salzsäure, dann ¼ Stunde mit 1proc. Kalilauge gekocht.

13. Ed. Peters, Landwirthschaftliche Versuchsstationen III (1861). Die mit Aether extrahirten Substanzen werden 2mal je ½ Stunde mit 2proc. Schwefelsäure und 2proc. Kalilauge ausgekocht.

14. L. Grandeau, in Emil Wolffs Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes, lässt 2 g Substanz mit 100 ccm 2proc. Schwefelsäure 1½ Stunde unter Druck bei 108° und dann ebenso mit 5proc. Kalilauge behandeln.

15. Fr. Nobbe und Th. Siegert, landwirthschaftliche Versuchsstationen IV (1862), Seite 238 und 243; die gepulverte und getrocknete Substanz wird mit warmem Wasser ausgelaugt, dann mit 3proc. Kalilauge und nachher mit 3proc. Salzsäure je 15 Minuten gekocht, gewaschen u. s. w.

16. C. Reichhardt, Annalen des landwirthschaftlichen Wochenblattes 1869, Seite 401, lässt mit 5proc. Natronlauge und 5proc. Schwefelsäure kochen.

17. H. Ritthausen, Untersuchungen der landwirthschaftlichen Untersuchungsstation der Leipziger ökonomischen Societät (sogenannte Möckernsche Berichte) IV Seite 19. 4 bis 6 g Trockensubstanz werden mit 100 ccm 4proc. Schwefelsäure bezw. Kalilauge und gleichviel Wasser ½—1 Stunde, nach Bedürfnis auch länger, in der Siedehitze digerirt. Von der mit viel Wasser versetzten Menge wurde nach dem Absetzen die klare Flüssigkeit abgehebert, der Rest filtrirt.

18. C. M. Eisenstuck, Landwirthschaftliche Versuchsstationen III (1861) Seite 237. Nacheinander folgende Digestion mit 3proc. Salzsäure, 3proc. Natronlauge, Alkohol, Aether in gelinder Wärme.

19. Poggiale, N. J. Pharm. 30, 180 und 255. Die Holzfaser wurde bestimmt, indem zunächst die in Wasser und Aether löslichen Substanzen entfernt und im Rest die Stärke durch Diastase in Zucker verwandelt wurde. Vom Gewicht des Rückstandes wurde die durch direkte Bestimmung ermittelte Menge der Stickstoffsubstanzen abgezogen.

20. Peter Collier, Annual Report of the Commissioner of agriculture (Report of the Chemist) for 1878, Washingtone 1879; 2 g Substanz wurden mit 150 ccm Powers und Weightmans unterchlorigsaurem Natron bis zum vollständigen Bleichen, darauf mit 150 ccm ¼proc. Kalilauge 2 Stunden gekocht, das Ungelöste auf's Filter gebracht, mit Wasser, Alkohol und Aether

gewaschen. Vom gewogenen Rückstand wurden Asche und ungelöste Stickstoffsubstanzen abgezogen.

21. Pillitz, Zeitschrift für analytische Chemie XI (1872) Seite 46, lässt das Futtermittel mit verdünnter Schwefelsäure im Einschlussrohr bis auf 140° erhitzen; der Rückstand wird mit Wasser, Alkohol und Aether gewaschen. Die Asche wird abgezogen.

22. J. Fittbogen (Versuchsstation Regenwalde), Landwirthschaftliche Jahrbücher I 1872 Seite 614, unterscheidet zwischen »nutzbarer« und »werthloser« Cellulose. Die erstere wird durch 1proc. Schwefelsäure in Zucker umgewandelt, die zweite nicht.

23. Franz Schulze, Beiträge zur Kenntnis des Lignins, Rostock 1856 (Chemisches Centralblatt 1857, Seite 351). Die Substanz wird mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirt und getrocknet. Von dieser Trockensubstanz wird je ein Theil mit 12 Theilen Salpetersäure vom spec. Gewicht 1,15 und 0,8 Theilen Kaliumchlorat 14 Tage lang bei einer 15° nicht übersteigenden Temperatur stehen gelassen. Alsdann wird mit etwas Wasser verdünnt, filtrirt, ausgewaschen, der Filterinhalt in ein Becherglas zurückgespült, bei 60° im Wasserbade ungefähr 1 Stunde lang mit verdünntem Ammoniak (50 ccm concentrirter Salmiakgeist auf 950 ccm Wasser) digerirt, filtrirt, mit demselben verdünnten Salmiakgeist gewaschen, bis das Filtrat farblos wird, dann mit kaltem, dann mit heissem Wasser, Alkohol und schliesslich Aether nachgespült.

24. Hugo Müller, Centralblatt für Agriculturchemie Bd. 11, Seite 273 (Entwickelung der chemischen Industrie 2, 27). 2 g bei 110—115° getrockneter Substanz werden bei hohem Wachs- oder Harzgehalt mit einem Gemisch aus Benzol und Alkohol extrahirt, darauf einige Male mit Wasser oder sehr verdünntem Ammoniak ausgekocht. Die gut zerquetschte Substanz wird nun mit 100 ccm Wasser übergossen und 5—100 ccm 0,4proc. Bromwassers zugesetzt. Sobald die Farbe des Broms verschwunden ist, setzt man eine neue Menge Brom hinzu und fährt damit fort, bis nach 24 Stunden noch freies Brom vorhanden ist. Man wäscht dann mit Wasser aus und erhitzt mit einem Gemisch

von 2 ccm Ammoniak und 500 ccm Wasser bis nahe zur Siedetemperatur, wäscht wieder aus und wiederholt die Behandlung des Rückstandes mit Bromwasser, bis sich die Flüssigkeit nicht mehr bräunt. Die blendend weisse Masse wird mit Wasser und kochendem Alkohol ausgewaschen, getrocknet und gewogen.

25. Grandeau, Traité d'analyses des matières agricoles, Paris 1877, Seite 310. 3 g der zu untersuchenden Substanz werden in einer Porzellanschale mit 50 ccm 10proc. Salzsäure und 150 ccm Wasser übergossen und unter Ersatz des verdampfenden Wassers ½ Stunde gekocht. Man lässt erkalten, absetzen und dekantirt. Dann wird der Rückstand mit Wasser ½ Stunde gekocht und ebenso behandelt, alsdann mit 200 ccm 1¼proc. Kalilauge und darauf mit 200 ccm Wasser je ½ Stunde gekocht. Der Rückstand wird auf dem Filter mit Wasser, Alkohol und Aether gewaschen. Vom Rückstand ist die Asche abzuziehen.

26. Hönig, Chemiker Zeitung 1890, Nr. 53 und 54. 2 g feingepulverte Substanz trägt man in ein trockenes Kölbchen, gibt 60 ccm möglichst wasserfreien Glycerins dazu, erhitzt unter fleissigem Rühren im Schwefelsäurebade auf 210°. Nach ½ bis ¾ Stunden ist die Aufschliessung beendet. Man lässt den Kolbeninhalt auf 130° erkalten und giesst die abgekühlte Lösung in dünnem Strahl in 200 ccm heissen Wassers oder besser 95proc. Alkohols hinein. Das Zersetzungsgefäss wird mit höchstens 50 ccm siedenden Wassers ausgesäubert. Nach sorgfältiger inniger Mischung und vollständigem Erkalten werden noch 50—60 ccm Aethers zugesetzt, um eine vollständige Zersetzung und leichtere Filtration zu erzielen. Nach genügendem Absetzen wird durch eine Faltenfilter filtrirt. Durch Alkoholäther (5 : 1) lässt sich der Filterrückstand leicht vom Glycerin befreien. Filter sammt Inhalt werden auf eine Thonplatte gelegt, nach dem Trocknen der Niederschlag mit 100—150 ccm Wasser in einen Kochkolben gespritzt, erhitzt, bis aller Alkohol verjagt ist, dann 10 ccm Salzsäure von 1,125 spec. Gewicht dazugegeben, mit aufgesetztem Kühlrohr ½ Stunde im siedenden Wasserbade erwärmt; hierbei bleibt Cellulose unverändert, während die Zersetzungsproducte

der Stärke sich lösen. Der Niederschlag wird nun gesammelt und in üblicher Weise zur Wägung vorbereitet.

27. Gerhard Lange, Zeitschrift für physiologische Chemie XIV (1880), Seite 283. 10 g Substanz, 30—40 g Aetzkali, ebensoviel Wasser werden im Oelbade erhitzt. Die Temperatur soll langsam auf 180° steigen und das Erhitzen 1 Stunde lang fortgesetzt werden. Den auf 80° erkalteten Retorteninhalt bringt man dann mit heissem Wasser in ein Becherglas, säuert nach dem Erkalten mit Schwefelsäure an und fällt dadurch quantitativ die Cellulose neben anderen Verbindungen. Wird die saure Flüssigkeit nun ganz schwach alkalisch gemacht, so geht alles ausser der Cellulose wieder in Lösung. Die letztere wird über einem Platinconus abgesogen und zur Wägung vorbereitet. Die Asche kommt in Abzug.

28. S. Gabriel-Breslau, Zeitschrift für physiologische Chemie XVI (1892), Seite 385. 2 g Substanz und 60 ccm Glycerinkalilauge (durch Lösen von 33 g Aetzkali in 1 l Glycerin erhalten) werden langsam bis 180° erhitzt. Die auf 140° wieder abgekühlte Masse wird in eine 200 ccm siedendes Wasser enthaltende Schale entleert. Die gut gemischte und klar sedimentirte Flüssigkeit wird mittels Heber abgehoben. Der Rückstand wird mit 200 ccm Wasser zweimal, das letzte Mal unter Zugabe von 5 ccm 25proc. Salzsäure aufgekocht, abfiltrirt, mit Alkohol und Aether gewaschen. Die Asche wird abgezogen.

29. W. Hoffmeister, Landwirthschaftliche Jahrbücher 1888, Seite 239. Die fein zerkleinerten Substanzen werden mit Aether völlig erschöpft. Dann übergiesst man in einem Kolben 1 Theil Substanz mit 6 Theilen Salzsäure von 1,05 spec. Gewicht. Bei sehr voluminösen Substanzen muss man soviel Säure nehmen, dass alles damit bedeckt ist und das Ganze sich gut umschütteln lässt. Dann gibt man soviel Kaliumchlorat dazu, dass im Verlaufe der Reaktion stets ein Ueberschuss vorhanden ist, lässt den Kolben 24 Stunden bei Zimmertemperatur stehen und schüttelt ihn zeitweilig um. Die Reaction ist dann meist vollendet, d. h. die Substanz ist durch alle Theile hellgelb gefärbt.

30. Derselbe. Landwirthschaftliche Jahrbücher 1889, Seite 767. 1 Theil vorher entwässerte und entfettete Cerealien oder Kleie wird mit 5 Theilen Eisessig, dem auf 20 ccm ein Tropfen concentrirter Salzsäure zugesetzt ist, einige Stunden im Wasserbade bei 86—90° digerirt. Sollte nach dem Auswaschen der Säure noch Stärke zu erkennen sein, so wird sie nach der Behandlung mit Ammoniak löslich und leicht auswaschbar.

31. Stutzer und Isbert, Zeitschrift für physiologische Chemie XII (1888), Seite 94. Verfasser schlagen vor, die Holzfaser nicht mehr zu bestimmen, sondern statt dessen die künstliche Verdauung der Kohlehydrate vorzunehmen. Das geschieht durch succesive Einwirkung von Malzdiastase, Pepsin und Pankreas auf die Untersuchungsobjekte.

32. Autor unbekannt. 2 Theile der zerkleinerten Substanz werden mit 300 ccm einer 1proc. Kaliumpermanganatlösung ½ Stunde gekocht und dann mit Schwefelsäure und Oxalsäure entfärbt.

33. Autor ebenfalls unbekannt. Das Verfahren beruht auf der leichten Löslichkeit von Stärke in 10proc. Oxalsäurelösung.

34. F. Stohmann, F. Rautenberg und W. Henneberg, Fütterungsversuche mit zwei volljährigen Ochsen vom December 1860 bis September 1861 (enthalten in »Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer«, Braunschweig 1864 bei C. A. Schwetzke & Sohn, Seite 48 im 2. Heft; sogenanntes Weender Verfahren. Original Beschreibung).

»Bei der Bestimmung des in verdünnter Schwefelsäure und in verdünnter Kalilauge Unlöslichen — sogenannter Holzfaser — wurde folgendermaassen verfahren: Etwa 3 g trockne Futterstoffe oder Koth (Oelkuchen nach vorheriger Extraction mit Aether) wurden mit 50 ccm 5proc. Schwefelsäure und 150 ccm Wasser ½ Stunde unter Ersatz des verdampfenden Wassers in einer Porcellanschale gekocht, zum Absetzen stehen gelassen, die Flüssigkeit mit einem kleinen Glasheber abgehoben, der Rückstand zweimal mit Wasser ausgekocht, die jedesmal abgehobene Flüssigkeit mit der ersten vereinigt. Der Rückstand dann ganz in derselben Weise mit 50 ccm 5proc. Kalilauge und

150 ccm Wasser, dann mit Wasser behandelt und zuletzt auf ein gewogenes Filter gebracht; die kalihaltige Flüssigkeit soweit als möglich mit dem Heber abgehoben, der Absatz mit dem Filterinhalt vereinigt, letzteres bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction ausgewaschen, der Absatz aus den schwefelsäurehaltigen Flüssigkeiten aufgegeben, dann successive mit Wasser, Alkohol und Aether vollständig ausgewaschen, getrocknet, gewogen und zur Bestimmung des Aschengehaltes verascht.«

Die meisten dieser Vorschläge sind entweder von vornherein unbeachtet geblieben oder doch sehr bald wieder durch andere Verfahren verdrängt worden. Es erscheint deshalb heute unnöthig, sich mit ihnen von einem andern als dem historischen Gesichtspunkte aus, zu beschäftigen.

Nur einige wenige Methoden sollen in einem späteren Abschnitte näher gewürdigt werden.

Wenn in der vorliegenden Arbeit von Rohfaser oder Holzfaser die Rede ist, so wird damit nicht ein bestimmtes, chemisches Individuum gemeint, wenigstens nicht im gewöhnlichen Sinne. Gerade so wie beispielsweise mit der Bezeichnung »Butter« ein wohl definirter, aber doch nicht durch eine chemische Formel darstellbarer Körper bezeichnet wird, so ist Rohfaser oder Cellulose im Sinne des Nahrungsmittelchemikers, von dem allein hier die Rede ist, ein Bestandtheil vegetabilischer Nahrungsmittel, speciell der Mehle, deren Qualität durch die in ihnen enthaltene Menge dieses Körpers erheblich beeinflusst wird.

Für die hygienische Beurtheilung eines Nahrungsmittels ist die zur Zeit übliche Methode der Fettbestimmung durch Extrahiren der zu untersuchenden Substanz mittels Aether trotz der wohlbekannten Fehler ausreichend, wenn auch in besonderen Fällen bei stark chlorophyll-, harz- oder wachshaltigen Futterstoffen die zulässige Fehlergrenze überschritten wird. Eine Verfeinerung der Methode behufs vollständiger Ausschliessung aller nichtfettigen Substanzen ist vom wissenschaftlichen Stand-

punkt durchaus zu fordern, dennoch wird aber eine derartige exactere Bestimmung dem Analytiker nur dann von besonderem Vortheil sein, wenn die Methode nicht wesentlich complicirter wird.

Das Ziel, welches der Nahrungsmittelchemiker verfolgt, ist: einen in Zahlen ausdrückbaren Werth zu erhalten, welcher ihm ein Urtheil über die Güte der ihm vorliegenden Substanz erlaubt oder das schon anderweitig abstrahirte Votum weiter unterstützt.

Von diesem Gesichtspunkte aus will die vorliegende Arbeit aufgefasst werden. Ihr Zweck ist, für die Beurtheilung von Mehlen auf Grund chemischer Untersuchungen, die Bestimmung der Rohfaser nicht nur als sehr werthvollen Anhaltepunkt hervorzuheben, sondern auch mit grösserem Nutzen als bisher anwendbar zu machen. Denn über die Qualität des Mehles giebt von den bekannten Bestandtheilen keiner so genaue Auskunft, wie die Rohfaser.

Zum Zeugnis dessen mag hier das Untersuchungsergebnis einer Roggenausmahlung in drei Mahlgängen und dem aus ihnen gewonnenen Mischmehl, wie es zum Verbacken bestimmt war, Platz finden.

Während der Aschengehalt eines Mehles im Allgemeinen ein zuverlässiger Wegweiser für den Gutachter ist, so würde er doch im vorliegenden Falle im Stich lassen, da zwischen dem 1. und 2. Mahlgang, wie die Tabelle auf S. 222 zeigt, nur eine Differenz von 0,02 % der Asche vorhanden ist, während der Rohfasergehalt um 0,58 % ansteigt.

Die Wichtigkeit derartiger, regelmässig auszuführender Bestimmungen dürfte danach kaum zu bezweifeln sein. Häufig ist dieselbe nur darum verkannt worden, weil die üblichen Methoden, insbesondere die Weender, viel zu niedrige Werthe geben. Es leuchtet ein, dass infolgedessen die Differenzen zu klein erscheinen müssen, geringe Unterschiede ganz verwischt werden und die Erkenntnis des Werthes der Rohfaserbestimmung nicht zum Durchbruch kommt, wenn es sich nicht gerade um hochprocentige Produkte handelt.

Tabelle I.

	Bestandtheile in wasserfreier Substanz				
	Proteïne	Fett	Asche	Rohhafer	Rest
1. Mahlgang mit 51% Mehlausbeute	7,88	1,19	0,77	2,53	87,63
2. Mahlgang mit weiteren 24% Mehlausbeute, also von 51—75% . .	8,55	1,38	0,79	3,11	86,17
3. Mahlgang mit 8% Mehlausbeute, hinter 75—83%	16,59	4,28	2,92	15,92	60,29
Mischmehl, 83% des Aufschüttgutes, also 17% Abgang	8,86	1,68	1,15	4,19	84,12

Ausser dem eben erwähnten Fundamentalfehler kommt dem Weender Verfahren noch eine sehr grosse Umständlichkeit und Langwierigkeit zu, da die erhaltenen Flüssigkeiten, besonders die alkalischen, kaum zu filtriren sind. Die Schwierigkeit bezw. die Unmöglichkeit einer doch nothwendigen Filtration ist überhaupt der regelmässige Fehler der meisten empfohlenen Methoden. Die Bestimmung wird dadurch sehr langwierig und eventuell auch fehlerhaft.

An eine brauchbare Methode müssen deshalb die folgenden Anforderungen gestellt werden:

1. Das Verfahren muss einfach sein.
2. Die Dauer der Ausführung darf die für andere quantitative Bestimmungen in der Nahrungsmittelanalyse erforderliche Zeit nicht wesentlich übersteigen.
3. Die Resultate müssen gute Uebereinstimmung zeigen.
4. Das Verfahren darf Cellulose garnicht oder doch nur sehr mässig angreifen.
5. Etwaige Umwandlungsprodukte der Cellulose dürfen nicht entfernt werden.
6. Stärke muss schnell und vollständig in gelöste Verbindungen übergeführt und möglichst auch das Pflanzeneiweiss gelöst werden.

Bei der bekannten Unlöslichkeit der Cellulose wäre ein natürlicher Weg, um zum Ziele zu gelangen, der, dass man

sämmtliche anderen Bestandtheile des Mehles nacheinander entfernt, der Rest wäre dann die Rohfaser. Dazu wäre erforderlich, dass man sämmtliche Bestandtheile des Mehles kennt und Lösungsmittel für sie hat oder sie wenigstens quantitativ bebestimmen kann. Leider sind aber durchaus noch nicht alle Bestandtheile des Mehles bekannt, sodass man sich nach einem anderen Wege umsehen muss.

Aber nicht einmal für die bekannten Verbindungen sind eigentliche Lösungsmittel bisher aufgefunden. Dagegen ist es möglich von den Hauptbestandtheilen des Getreides neben dem Wasser und den Mineralbestandtheilen wenigstens annähernd die stickstoffhaltigen Verbindungen und die Fettkörper zu bestimmen, so dass ein Rest verbleibt, der im Wesentlichen nur aus Stärke und nach höheren Polysacchariden bestehen kann. Wäre man nun im Stande, die Stärke bequem und mit genügender Genauigkeit ihrer Menge nach zu bestimmen, so würde die Rohfaser ungefähr dem Rest entsprechen. Eine zufriedenstellende direkte quantitative Bestimmung der Stärke in Cerealien und dergl. ist aber noch ebenso wie die der Rohfaser selbst ein unerfülltes Desiderat.

Wohl aber kann man durch eine ganze Reihe von Körpern leicht die Stärke durch Ueberführung in lösliche Verbindungen entfernen, so dass sich aus dem Rückstand durch Differenzanalyse der Rohfasergehalt nunmehr ermitteln lässt. [Stärkefreier Rückstand minus (Asche + Fett + Eiweiss) gleich Rohfaser.]

Dieser Weg ist in der obigen Uebersicht in mannigfachster Weise versucht worden; die meisten Methoden schaffen sogar neben der Stärke auch noch die Eiweisskörper und das Fett fort, so dass nur die Asche von dem verbleibenden Rückstand abzuziehen ist.

Leider haftet der überwiegenden Menge der aufgeführten Verfahren der Fehler an, neben der Stärke auch Antheile der Rohfaser zu lösen bezw. in gelöste Produkte zu verwandeln, so dass der Rohfasergehalt zu niedrig gefunden wird, oder der Stärkelösungsprocess ist ein so unvollkommener, dass das Resultat

zu hoch wird, oder aber die Methode schliesst beide Fehler in sich, wobei allerdings zufällig ein richtiger Werth gefunden werden kann, wenn nämlich beide Fehler sich gerade compensiren.

Der zweite Fehler, unvollständige Lösung der Stärke, kann nun mittelst der Jodstärkereaction leicht erkannt werden, so dass diesbezüglich eine Methode leicht nachgeprüft werden kann. Für den Fall aber, dass der erste Fehler vorliegt, haben wir kein directes qualitatives Merkmal, da die Produkte der Hydrolyse der Stärke und der Cellulose im Allgemeinen die gleichen sind. Dagegen haben wir meines Erachtens einen quantitativen Anhaltepunkt, indem diejenige Methode die beste sein muss, die bei nachgewiesen vollständiger Entfernung der Stärke die höchsten Werthe für die Rohfaser ergiebt.

Alle bisher veröffentlichten Methoden haben diesen letzteren Gesichtspunkt ausser Acht gelassen und geben deshalb meist zu niedrige Werthe. Völlig unberücksichtigt blieb auch, dass in vielen Fällen schon der blosse Augenschein die Resultate als zu niedrig musste erscheinen lassen. In zahlreichen von König in seiner bekannten Zusammenstellung mitgetheilten Analysen wird z. B. für Roggen- oder Weizenkleie nur 2—5 oder 6% Rohfaser angegeben, ein Befund, der dem Untersucher bei näherer Betrachtung schon unwahrscheinlich vorkommen und ihn gegen seine Methode misstrauisch machen müsste.

Ein Hauptgrund für ein derartiges Vertrauen mag wohl in der grossen Zuversicht auf ältere, nicht oder doch ungenügend kontrollirte Angaben zu finden sein. Die Angabe beispielsweise, dass Cellulose weder von verdünnten Säuren noch von verdünnten Alkalien angegriffen werde, ist erst Jahrzehnte nachdem sie zur Grundlage für zahlreiche Methoden geworden war, in einwandfreier Weise nachgeprüft und als irrig befunden worden. Auf die bezüglichen Arbeiten von Hoffmeister[1]), Winter-

1) W. Hoffmeister, in den landwirthschaftlichen Jahrbüchern 1888 und 1889 und a. a. O.

stein[1]) und Krauch[2]), sowie Anderer kann hier nur verwiesen werden.

Eine besondere Fehlerquelle liegt in der successiven oder abwechselnden Behandlung des Untersuchungsobjectes mit verschiedenen Lösungsmitteln. Die an und für sich gegen ein einzelnes Angriffsmittel recht widerstandsfähigen Cellulosen werden, wenn sie hintereinander mit verschiedenen Agentien tractirt werden, durch die ersten für die folgenden zugänglich gemacht und erleiden dann unter Umständen bedeutende Verluste.

Obgleich z. B. 1¼ proc. Schwefelsäure oder ebenso starke Kalilauge Cellulose nur in geringem Grade angreifen, so wird doch eine recht erhebliche Menge der Faser (bis zu ⅓ oder ½) zerstört, wenn der Laugenbehandlung ein Abkochen mit der Säure voraufgegangen ist.

Auch wenn scheinbar keine Einwirkung stattgefunden hat, lässt sich häufig eine Veränderung der Cellulose an der Verschiebung ihrer Löslichkeitsverhältnisse erkennen. Es gelingt dann, mit kalten Laugen, die vorher ohne jede Wirkung auf die Cellulose waren, der letzteren je nach der Art der stattgehabten Behandlung wechselnde Mengen löslicher Antheile zu entziehen.

Wie W. Hoffmeister[3]) nachgewiesen hat, handelt es sich hier um die Verwandlung von Cellulose in Holzgummi, was bei der sehr geringen Verschiebung der Gewichtsverhältnisse für eine quantitative Bestimmung der ersteren nur dann von Bedeutung wird, wenn das nicht mehr unlösliche Umwandlungsproduct bei der späteren Behandlung ganz oder theilweise entfernt wird, wie das der Fall ist, wenn auf eine Abkochung mit Säure noch eine Behandlung mit Alkali folgt.

An einer anderen Stelle[4]) gibt derselbe Autor hierzu die in Tabelle II folgenden Zahlen als Illustration.

---

1) Winterstein, Zeitschrift für physiologische Chemie, 1893.

2) C. Krauch, Landwirthschaftliche Versuchsstationen, 1880.

3) W. Hoffmeister, Die Rohfaserbestimmung und das Holzgummi, Landwirthschaftl. Versuchsstationen, 33; 1887.

4) Derselbe, Landwirthschaftl. Jahrbücher 1889, S. 767.

Tabelle II.

Löslichkeit von Cellulose, nach Hoffmeister's Verfahren (Nr. 29) dargestellt, in Natronlauge verschiedener Concentration.

	Gesammt-Cellulose	1	2	3	4	5	Summa des Gelösten	Ungelöst
		Procent NaOH						
Weizenkleie, Probe I	16,82	7,16	10,43	7,31	3,25	13,85	42,02	57,98
Weizenkleie, Probe II	17,08	7,08	10,51	7,26	3,42	13,83	42,10	57,90

Die alte Ansicht von der grossen Widerstandsfähigkeit der Cellulose ist danach irrthümlich. Wenigstens scheint die Verwandlung von Cellulose in Holzgummi, oder natronunlöslicher Cellulose in natronlösliche bei den mannigfachsten Processen vor sich zu gehen. Das trifft auch für die widerstandsfähigsten der bekannten Cellulosen, z. B. Watte zu.

Die folgende Tabelle, welche gleichfalls von Hoffmeister stammt und Resultate dieses Forschers nach seinem Verfahren (Nr. 29) und dem Weender Verfahren mit gleichem Material enthält, kann demnach nicht mehr befremden.

Tabelle III.

Cellulosebestimmungen in Kleien.

	Hoffmeister's Verfahren	Weender Verfahren
Kleie I	18,01	8,20
» II	20,60	9,21
» III	22,60	11,90
» IV	18,10	8,20

Aehnliche Zusammenstellungen werden im folgenden Abschnitt diesen Punkt noch mehr illustriren.

Experimenteller Theil.

In dem Bestreben, an die Stelle des Unvollkommenen etwas Vollkommeneres, wenn möglich ganz Vollkommenes, zu setzen, wurde der Plan befolgt, dass die, auf ihre Verwendbarkeit zu prüfenden Substanzen sich befähigt zeigten:

1. Reine Stärke schnell und klar zu lösen.
2. Weizenkleber, insbesondere das sogenannte Aleuronat ebenfalls möglichst schnell und leicht zu lösen.
3. Die entstandenen Lösungen mussten gut filtriren.
4. Filtrirpapier und Watte durften nicht nennenswerth angegriffen werden.

Ein grosse Reihe von Lösungsmitteln besass die verlangten Eigenschaften theilweise, aber nicht ganz.

Der Prüfung wurden unterworfen:

Destillirtes Wasser,
Kalilauge verschiedener Concentration, unter wechselnden Versuchsbedingungen,
Glycerin und Glycerinkalilauge,
Schwefelsäure verschiedener Concentration,
Oxalsäure in 10proc. Lösung,
Kaliumpermanganat,
Chlorgemisch ($HCl + KClO_3$),
Schulzesches Reagens ($HNO_3 + KClO_3$),
Eisessig,
Ammoniak verschiedener Concentration,
Bromwasser,
Kalium- und Calciumbisulfit,
Wasserstoffsuperoxyd.

I. Versuche mit verschiedenen Reagentien.

Unter diese Rubrik entfallen die Versuche, welche nicht zum gewünschten Ziele führten und mit den oben aufgeführten Verbindungen mit Ausnahme des Wasserstoffsuperoxyds ausgeführt wurden. Nur wenige von ihnen sollen hier mitgetheilt werden. Die Wasserstoffsuperoxydversuche führten zu so befriedigenden Resultaten, dass sie zur Grundlage eines neuen Verfahrens gemacht werden konnten. Diese Versuche werden deshalb im nächsten Abschnitt gesondert aufgeführt.

1. Destillirtes Wasser.

Ganzes Korn wurde 6 bis 8 Tage mit destillirtem Wasser bei 40° in Berührung gelassen, fleissig verrührt, das Wasser

öfters erneuert und schliesslich ein nur aus den Schalen bestehender Rückstand gewonnen. Die Versuche wurden mit je 10 g ursprünglicher Substanz angestellt. Das Ergebnis war wie folgt:

		Rückstand in g	Rückstand in %
Probe I	1. Versuch	2,2675	22,68
	2. »	2,3710	23,17
Probe II	1. Versuch	2,0255	20,26
	2. »	2,2330	22,33
Probe III	1. Versuch	2,4170	24,17
	2. »	2,4090	24,09
Probe IV		2,0850	20,85
Probe V		2,0060	20,06
Probe VI		2,2790	22,79

Destillirtes Wasser unter Druck; die angewandte Substanz wurde zu diesen und allen folgenden Versuchen, wenn nicht ein feines Mehl vorlag, auf einer Märker'schen Handmühle so fein vermahlen, dass dieselbe ohne Rückstand ein Sieb von 0,2 mm Maschenweite passirte.

2 g Roggenpulver (das ganze Korn) wurden mit 100 ccm Wasser im Autoklaven bei 5 Atmosphären Druck $3^1/_2$ Stunden lang erhitzt.

Zwei Proben sind nicht filtrirbar; eine dritte ergibt 0,1875 g Rückstand darin 0,0120 g Asche; aschefreier Rückstand 8,77 %.

2. Kalilauge.

Die Wirkung der Kalilauge ist, wie zu erwarten, nach der Concentration verschieden.

Bei der leichten Löslichkeit von Stärke und Pflanzeneiweiss wurden zahlreiche Versuche besonders mit 3 proc. Lauge angestellt. Irgend welche Constanz der erhaltenen Werthe konnte aber nicht erzielt werden. Von Interesse ist nur die in folgender Tabelle klar zum Ausdruck gelangende Thatsache, dass mit zunehmender Concentration und Kochdauer der Rückstand immer mehr abnimmt.

Von der mit Probe VI oben bezeichneten Roggensorte wurden je 2 g der gepulverten und entwässerten Substanz mit 100 ccm Lauge der angegebenen Concentration am Rückflusskühler gekocht.

Tabelle IV.

Nr.	Concentrat. der Lauge	Kochdauer	Rückstand g	Asche darin g	Aschefreier Rückstand in %
1	1/4 Procent	1 Stunde	nicht filtrirbar		
2	»	2 Stunden	desgl.		
3	»	3 »	desgl.		
4	»	4 »	desgl.		
5	1/2 Procent	1 Stunde	desgl.		
6	»	2 Stunden	desgl.		
7	»	3 »	0,1835	0,0150	8,42
8	»	4 »	0,1280	0,0145	5,67
9	1 Procent	1 Stunde	0,1565	0,0050	7,57
10	»	2 Stunden	0,1380	0,0065	6,57
11	»	3 »	0,1300	0,0105	5,97
12	»	4 »	0,1140	0,0135	5,02
13	»	5 »	0,1060	0,0135	4,62
14	2 Procent	1 Stunde	0,1045	0,0085	4,80
15	»	2 Stunden	0,0665	0,0075	2,95
16	»	3 »	0,0540	0,0085	2,77
17	»	4 »	0,0460	0,0085	1,87
18	3 Procent	1 Stunde	0,1050	0,0065	4,92
19	»	2 Stunden	0,0760	0,0075	3,42
20	»	3 »	0,0670	0,0090	2,90
21	»	4 »	0,0612	0,0065	2,73

Die Wirkung sehr concentrirter (50%) Lauge wurde in Form des Verfahrens von Lange (Nr. 27) geprüft.

Die zur Prüfung verwendeten Reincellulosen erlitten dabei folgende Verluste:

a) 1 g getrocknete und entfettete Watte hinterliess 1,0855 g Rückstand; darin war 0,1223 g Asche; also aschefreier Rückstand 0,9632 g; Verlust 3,77 %.

b) 5 g wasserfreies Filtrirpapier hinterliessen 4,6890 g Rückstand; darin 0,1750 g Asche; also aschefreier Rückstand 4,5140 g; Verlust 9,75 %.

3. Schulze'sches Reagens.

Gemahlene Weizenkörner mit Schulze's Reagens, Salpetersäure und Kaliumchlorat, nach Vorschrift (Nr. 23) behandelt, hatten sich in mehreren Versuchen bis auf geringe Spuren gelöst.

4. Bisulfitlösungen.

Die anfangs viel versprechenden Versuche liessen bald die erforderliche Constanz der Resultate vermissen. Reine Cellulose scheint, wie die Technik längst weiss, nur äusserst wenig gelöst zu werden.

a) 1 g Filtrirpapier mit Calciumbisulfitlösung 3—4 Stunden bei 150° digerirt hinterliess 1,4470 g; darin war Asche 0,4424 g; so dass ein Mehr von 0,23% erhalten wurde. Die Ursache dafür ist unaufgeklärt.

b) 1 g Watte ebenso behandelt hinterliess 1,1080 g; darin war Asche 0,1180 g; Verlust also 1%.

c) Roggen, 2 g, hinterliess bei ¾stündiger Einwirkung von Kaliumbisulfitlösung bei 5 Atmosphären Druck

α) 0,1230 g mit 0,0033 g Asche = 5,98%,
β) 0,1600 g » 0,0050 g » = 7,75%,
γ) 0,1540 g » 0,0230 g » = 6,55%,
δ) 0,1045 g » 0,0010 g » = 5,18%.

5. Künstliche Verdauung.

Gelegentlich des Studiums der Stutzer- und Isbert'schen Vorschläge (Nr. 31) wurden auch Versuche mit Pepsinsalzsäure angestellt. Zum Vergleich wurde dasselbe Material, eine Kleie, auch anderen Verfahren unterworfen. Mit Wasserstoffsuperoxyd hatten zu dieser Zeit die Versuche noch nicht begonnen.

Tabelle V.

Methode	Erster Versuch %	Zweiter Versuch %
Weender Methode (Nr. 34)	5,78	5,56
Glycerin-Methode nach König (Nr. 26)	8,28	9,78
Glycerinkali-Methode nach Gabriel (Nr. 28)	10,15	9,95
48stünd. Digestion mit {200 ccm Wasser, 1 g Pepsin, 0,25% H Cl} bei 37°	13,75	13,77
Desgleichen, aber mit 1% H Cl	14,05	13,50

II. Versuche mit Wasserstoffsuperoxyd.

Die Idee, eine Rohfaserbestimmung auf die Wirkung von Oxydationsmitteln zu begründen, ist nicht neu. Die mitgetheilten Methoden von Franz Schulze ($HNO_3 + KClO_3$), von Hoffmeister ($HCl + KClO_3$), von Hugo Müller (Brom), die von Peter

Collier (NaClO), sowie das Verfahren mit Permanganat sind ein hinreichender Beleg hierfür.

Es war deshalb naheliegend, Versuche mit Wasserstoffsuperoxyd anzustellen, einem Oxydationsmittel, welches den Vorzug besitzt, glatt im Wasser und Sauerstoff sich zu zerspalten und keine Fremdkörper den Lösungen zuzuführen.

Die althergebrachte Rasenbleiche ist im Grunde auch weiter nichts als eine etwas primitive Art, die Leinenfasern von unerwünschten Begleitern, besonders Farbstoffen, zu befreien, indem man der Sonne die Wasserstoffsuperoxyd-Bildung überlässt.

Das Wasserstoffsuperoxyd war daher den gestellten Anforderungen entsprechend zu prüfen:

1. auf sein Verhalten gegen reine Stärke;
2. auf sein Verhalten gegen reine Cellulose;
3. auf sein Verhalten gegen Pflanzeneiweiss:
4. auf die Constanz der erhaltenen Resultate.

Dabei musste auf gute Filtrationsfähigkeit der erhaltenen Lösungen geachtet werden.

Das Wasserstoffsuperoxyd, welches zu diesen Versuchen diente, ist das gewöhnliche des Handels. Es enthält etwa 20% H_2O_2. Geringe Abweichungen hiervon sind ohne Einfluss auf die Resultate, doch sind grössere (über 2%) zu vermeiden. Die Gehaltsermittelung erfolgt durch Titration mit Permanganat. Ein Gehalt von etwas Baryum ist nicht störend, dagegen ist auf den Säuregehalt zu achten. Bei mehr als 0,2% freier Säure muss eine entsprechende Abstumpfung mit verdünntem Ammoniak stattfinden.

A. Verhalten gegen Stärke.

Um festzustellen, ob Wasserstoffsuperoxyd Stärke genügend schnell und glatt in lösliche Verbindungen überführt, wurde ein dicker Stärkekleister hergestellt und mit H_2O_2 versetzt.

Weder in der Kälte noch in der Siedehitze zeigte sich eine merkliche Veränderung. Erst nach lange anhaltendem Kochen trat langsame Verflüssigung ein.

Setzt man dem Gemisch aber etwas Ammoniak zu, so bekommt man in der Siedehitze momentan eine fast ganz klare Lösung.

Man kann den Versuch auch so anordnen, dass man die Stärke direkt mit Wasserstoffsuperoxydlösung verkleistert und zu dem steifen Brei Salmiakgeist gibt; der Erfolg ist der nämliche: unter reichlicher Gasentwickelung tritt sofortige Verflüssigung und Klärung ein. Das Gas besteht aus Sauerstoff und Kohlendioxyd.

Es mag hier für alle folgenden Versuche gleich hervorgehoben werden, dass sämmtliche Rückstände mikroskopisch kontrollirt wurden, um auch in morphologischer Hinsicht orientirt zu bleiben. Die Präparate wurden mit Jodlösung gefärbt untersucht. Die zu mikroskopirende Probe muss jedoch sehr gut mit Wasser ausgespült sein, da die durch das Wasserstoffsuperoxyd gebildeten Umwandlungsproducte noch eine sehr kräftige Blaufärbung mit Jod geben. Die »lösliche Stärke« kann aus ihrer Lösung mittelst Alkohol gefällt werden. Das so erhaltene Pulver ist im Wasser leicht löslich. Das Studium seiner chemischen Natur wird der nächsten Zeit vorbehalten.

Bei dem geschilderten günstigen Verlauf der Lösung wurden quantitative Versuche angestellt.

Von Kartoffelstärke, Maisstärke, Reisstärke und Weizenstärke wurden je zwei Proben zu 5 g mit 100 ccm H_2O_2, 20%, in einem geräumigen Becherglase verkleistert, in der Siedehitze mit einigen Cubikcentimetern Salmiakgeist versetzt und nach dem ersten Abbrausen noch einige Minuten weiter gekocht.

Der Befund bei den einzelnen Proben war der folgende:

1. Kartoffelstärke: Beide Proben hatten sich ohne Rückstand gelöst.

2. Maisstärke: Beide Proben hatten sich bis auf einen geringen, flockigen Rückstand gelöst. Derselbe wurde über ein gehärtetes, tarirtes Filter abfiltrirt, was glatt von Statten ging, zuletzt mit Hilfe der Saugpumpe, und gewogen. Rückstand für Probe I = 0,0005 g, für Probe II = 0,0006 g. Unter dem Mikroskop erschien der stärkefreie Rückstand als weisse,

amorphe Masse; bei seiner Geringfügigkeit konnte er nicht weiter untersucht werden. Wahrscheinlich bestand er aus der feinen Cellulose, welche die einzelnen Zellen des Endosperms umgibt, für welche sich vielleicht die kürzere Bezeichnung »Intercellulargewebe« empfiehlt.

3. Reisstärke: Befund wie bei 2. Nur bei einer Probe wurde die Wägung ausgeführt: 0,0027 g. Mikroskopisches Ergebnis ebenfalls wie 2.

4. Weizenstärke: Befund wie bei 2. Beide Rückstände wurden gewogen. Das Gewicht betrug

für Probe I 0,0180 g,
» » II 0,0041 g.

Bei der mikroskopischen Prüfung erwies sich der ungelöste Rest als fast ganz aus den Barthaaren des Weizenkorns bestehend. Daneben waren auch geringe Mengen von Intercellulargewebe bemerkbar.

Dieser letzte Versuch ist noch von besonderem Interesse, weil er die Ausführung einer von Wittmack angegebenen, bisher allein brauchbaren Methode zur Unterscheidung von Roggen- und Weizenmehl oder Erkennung von Gemischen beider bedeutend erleichtert. Das Princip der Methode ist nämlich auf der Verschiedenheit der Roggen- und Weizenbarthaare basirt. Die letzteren sind bei Weizen dickwandig, mit sehr engem Lumen, bei Roggen dünnwandig, mit weitem Lumen. Während das Princip sich als zuverlässig erwiesen hat, bot die Ausführung Schwierigkeiten, da das Auffinden der Haare sehr zeitraubend und unsicher war. Bei Anwendung des Wasserstoffsuperoxydverfahrens dagegen ist die ganze Untersuchung in wenigen Minuten beendet.

B. Verhalten gegen reine Cellulose.

Als reine Cellulose kommen hauptsächlich Watte und Filtrirpapier in Betracht. Als absolut rein dürften auch sie nicht zu betrachten sein. Wenn sich ein Agens gegen diese beiden Stoffe als indifferent erweist, so darf daraus noch nicht auf ein gleiches Verhalten gegen die bei weitem zugänglicheren Cellulosen des

Roggens oder Weizens geschlossen werden. Die Versuche geben nur insofern einen Anhalt, als diejenigen Mittel, welche diese resistenteren Formen der Cellulose angreifen, sicher als zu stark für die feineren Formen zu erachten sind.

1. Versuche mit Filtrirpapier.

Der Aschengehalt der untersuchten Sorte betrug 0,74%.

a) 0,78 g Filtrirpapier wurden mit 100 ccm des 20 proc. Wasserstoffsuperoxyds zum Sieden erhitzt, mit 10 ccm Salmiakgeist von 10% versetzt und noch 1/2 Stunde gekocht. Dieselbe Behandlung wurde den folgenden Proben und den Watten zu Theil. Der Rückstand betrug 0,7430 g = 95,26%; Verlust 4,74%.

b) 0,82 g derselben Probe hinterliessen 0,7736 g = 94,35%; Verlust 5,65%.

c) Da die Probe zu den beiden vorstehenden Versuchen durch das scharfe Trocknen etwas bräunlich geworden war, so wurde eine neue Probe sorgfältig bei einer 102° nicht übersteigenden Temperatur getrocknet. 1,7610 g derselben hinterliessen nach Behandlung wie vorher 1,7130 g = 97,275%; Verlust 2,725%.

d) Der bei Versuch *c* erhaltene Rückstand wurde derselben Behandlung noch einmal unterworfen. Der Rest war diesmal 1,6880 g; neuer Verlust 1,46%.

e) 5 g derselben Sorte nach dem Lange'schen Verfahren untersucht, ergaben 4,6890 g Rückstand; darin 0,1750 g Asche; also aschefreier Rückstand 4,5140 g; Verlust 9,75%.

f) 2 g dem Glycerinkaliverfahren unterworfen liefern 1,7200 g Rückstand; darin ist 0,0125 g Asche, also aschefreier Rückstand 1,7075 g; Verlust 14,62%.

2. Versuche mit Watten.

a) Cellulose-Flockenwatte aus der Fabrik von M. Pech in Berlin. Enthielt 7,07% Wasser und 0,33% Asche.

α) 2 g lufttrockne Substanz mit H_2O_2 behandelt, hinterlassen 1,5915 g = 79,57%, hiervon 0,8230 g verascht, geben 0,0040 g Asche = 0,486% des Rückstandes. Aschefreier Rückstand 79,19%; Verlust 20,81% —7,40 = 13,41%.

β) 2 g der gleichen Watte nach dem Weender Verfahren behandelt hinterlassen 1,611 g; darin sind 0,0085 g Asche. Aschefreier Rückstand 80,125%; Verlust 19,875% —7,40 = 12,475%.

b) Prima-Verbandwatte von demselben. Enthält 5,53% Wasser und 0,13% Asche.

α) 2 g lufttrockener Substanz mit H_2O_2 behandelt hinterlassen 1,8450 g = 92,25%, hiervon 0,9925 g verascht ergeben 0,0020 g = 0,2% Asche. Aschefreier Rückstand 92,07%; Verlust 7,93% —5,66% = 2,33%.

β) 2 g desselben Materials nach dem Weender Verfahren behandelt; Rückstand 1,8485 g, die beim Verbrennen 0,00629 g Asche geben. Aschefreier Rückstand 92,115 %; Verlust 7,885 % —5,66% = 2,225 %.

c) Holzwollwatte von demselben. Wasser und Asche nicht bestimmt.

α) 2 g mit H_2O_2 behandelt geben 1,6680 g Rückstand = 83,40 %, hiervon 0,8420 g verascht geben 0,0027 g Asche = 0,32 % des Rückstandes. Aschefreier Rückstand 83,13 %. Verlust 16,87 %.

β) 2 g desselben Materials nach dem Weender Verfahren untersucht ergeben 1,6750 g Rückstand, davon sind 0,0063 g Asche. Aschefreier Rückstand 83,36 %; Verlust 16,64 %.

In dem Verhalten gegen Watten lässt sich hiernach kein Unterschied zwischen dem Weender Verfahren und der Einwirkung von ammoniakalischem Wasserstoffsuperoxyd wahrnehmen.

C. Verhalten gegen Pflanzeneiweiss.

Wenn man sich nach dem alten Verfahren Kleber aus Weizenmehl herstellt, indem man das in einem Beutel eingeschlossene Mehl solange unter einer laufenden Wasserleitung knetet, bis das abfliessende Wasser klar erscheint, und behandelt diesen Rückstand mit Wasserstoffsuperoxyd bei Gegenwart von Ammoniak, so ist derselbe nach ungefähr ½ stündigem Kochen vollständig aufgelöst. Ein geringes Sediment erweist sich unter dem Mikroskop als echte Cellulose. Auch der unter dem Namen Aleuronat im Handel befindliche gepulverte Weizenkleber ist ebenso vollständig löslich.

Neben dem Klebereiweiss ist noch eine zweite Art stickstoffhaltiger Verbindungen zu berücksichtigen. Wie aus der Herstellung des Klebers folgt, ist er der durch das ganze Endosperm vertheilte Eiweisskörper.

In der sogenannten Kleberschicht dagegen, welche mit dem Kleber absolut nichts zu thun hat, hat man wahrscheinlich gar keine eigentlichen Eiweisskörper, sondern Nucleïne vor sich. Darauf deuten nicht nur die abweichenden Lösungsverhältnisse der die Kleberzellen füllenden Körnchen, der Aleuronkörner, sondern auch der hohe Gehalt an Phosphor in der Kleie, welcher ausserdem zu dem Stickstoffgehalt in einem ziemlich festen Verhältnis bleibt.

Die Löslichkeit dieser Aleuronkörner in Wasserstoffsuperoxyd war ebenfalls zu prüfen. Da die reinen Verbindungen nicht zur Verfügung standen, so wurde mit fein vermahlener Kleie experimentirt. Durch mikroskopische Controle wurde erkannt, dass auch Nucleïne resp. die in der Kleberschicht der Kleie enthaltenen Aleuronkörnchen bei der in Rede stehenden Behandlung sich lösen. Der Lösungsprozess geht aber bedeutend langsamer, als bei Kleber vor sich, so dass mit Sicherheit auf eine Lösung nach ½stündigem Kochen nicht gerechnet werden kann. Für sehr kleiehaltige Mehle oder reine Kleie wird es daher erforderlich, neben dem Gehalt an Asche auch noch den Eiweissgehalt in Abzug zu bringen. Das geschieht, wie üblich, indem der Stickstoffgehalt mit 6,25 multiplicirt als Eiweiss in Rechnung gestellt wird. Der Factor 6,25 ist aber sicher zu hoch für die am Schlusse der Behandlung verbleibenden veränderten N-Verbindungen. Doch mag er der Gleichmässigkeit wegen beibehalten werden.

Von den nicht eiweissartigen Verbindungen kommen ausser den Kohlehydraten noch folgende im Getreide nachgewiesenen Bestandtheile für die Rohfaserbestimmung in Betracht:

1. Farbstoffe,
2. organische Säuren,
3. Gerbstoffe,
4. Bitterstoffe.

Von allen diesen wurde ohne besondere Versuche angenommen, dass sie mit Sicherheit bei dem unten beschriebenen neuen Verfahren in Lösung übergeführt werden.

Für das Pflanzenfett ist hinzuzufügen, dass geringe Mengen, 1—2%, sicher entfernt werden; sind grössere Mengen vorhanden, so muss vorherige Entfettung durch Extraction mit Aether stattfinden.

D. Feststellung der Methode.

Da das Ziel der vorliegenden Versuche die Auffindung eines bequemen und zuverlässigen Verfahrens zur Ermittlung der Rohfaser in Cerealien war, so wurde die Mehrzahl der Experimente

auch an Roggen- und Weizenkörnern bzw. deren Vermahlungsproducten gemacht.

Es war anzunehmen, dass die Quellung und Lösung der Stärke in Mehlen u. dergl. weniger glatt und schnell erfolgen würde, als wenn man mit isolirter Stärke zu thun hat. Darum wurde eine Reihe von Kochversuchen angestellt, um die zur Quellung und Lösung erforderliche Zeit zu ermitteln. Die Erfahrung hatte gelehrt, dass die an Kleietheilchen sitzenden Stärkekörner sich am langsamsten lösen; deshalb wurden Kleien zu diesen Versuchen bevorzugt.

Von Zeit zu Zeit wurden Kleietheilchen aus der siedenden Flüssigkeit entnommen und mikroskopisch untersucht. Nach ½stündigem Kochen war das Untersuchungsobject stets stärkefrei. Bei weniger groben Objecten sind 20 Minuten Kochzeit völlig genügend.

Von Wichtigkeit ist, dass die Quellung der Stärke vor dem Ammoniakzusatz vollendet ist; der Aufschliessungsprocess verlangsamt sich sonst. Die Art und Weise des Ammoniakzusatzes ist ebenfalls nicht ganz gleichgültig, da bei plötzlicher Zugabe des Alkalis das Schäumen sehr heftig wird, die Partikelchen in die Höhe gehoben werden und sich eine Zeit lang der Behandlung entziehen können.

Aus den sehr zahlreichen Versuchen, welche mit grösseren Reihen sehr detaillirter Mahlprodukte angestellt sind, hat sich schliesslich das folgende Verfahren als am zweckmässigsten ergeben.

Einige Erfahrung wird auch hier den Analytiker zweckmässige Abweichungen in dem einen oder anderen Sinne erkennen lassen.

Methode.

3 bis 5 g Mehl oder Kleie werden, wenn nöthig, soweit zerkleinert, dass das Ganze durch ein Sieb von 0,2 mm Maschenweite geht. Alsdann wird die Substanz in einem geräumigen Becherglase mit 100 ccm Wasser fein verrührt, so dass keine Klümpchen vor-

handen sind. Das Gemisch wird erhitzt und ½ Stunde gekocht, damit die Stärke vollständig quillt und auch die wasserlöslichen Bestandtheile sich auflösen; dann werden 50 ccm Wasserstoffsuperoxyd, 20%, zugesetzt und noch 20 Minuten gekocht. Hierzu sind während des Kochens 15 ccm 5proc. Ammoniaks in kleinen Portionen von etwa 1 ccm zuzugeben. Nach vollendetem Zusatz ist das Kochen noch 20 Minuten fortzusetzen, dann ist heiss durch ein gewogenes Filter zu filtriren, mit siedendem Wasser auszuwaschen, zu trocknen und zu wiegen.

Von dem Rückstand ist der Aschengehalt in Abzug zu bringen. Bei sehr stickstoffreichen Körpern ist auch der mit 6,25 multiplicirte Gehalt an Stickstoff vom Rückstande abzurechnen.

E. Versuche mit Kleien.

Während bis vor wenigen Jahren unter der Bezeichnung »Kleie« ausschliesslich der schalenreiche Rückstand von der Mehlgewinnung verstanden wurde, muss man jetzt zwei durchaus verschiedene Arten von Kleie auseinanderhalten.

Ausser der nach alter Art durch Ausmahlen des Korns gewonnenen »Mahlkleie« gibt es jetzt noch eine »Schälkleie«, welche ein Product des modernen Bestrebens ist, die Schale des Korns möglichst vor der Vermahlung zu entfernen, und die sich daher wesentlich von der alten Kleie unterscheidet. Denn während die letztere neben einem nicht unerheblichen Stärkegehalt die ganze Samenhülle des Korns enthält, liegt in der Schälkleie ein stärkefreies Material vor, welches nur aus der mehr oder weniger vollständig »abgeschälten« Fruchthaut besteht. Diese ist zusammengesetzt aus Oberhaut, Mittelschicht, Querzellenschicht und Schlauchzellenschicht, enthält also nicht die Kleberschicht. Diese, zwischen der Fruchthaut und dem stärkeführenden Endosperm gelegen, verbleibt dem »geschälten Korn; denn wenn verschentlich das sogenannte Schälen (eine Art Abschleifen) zu tief geht, so wird durch das Aufreissen der Kleberschicht der Schälabfall schmierig und verdirbt die Maschinen.

Die Schälkleien erschienen deshalb als ein geeignetes Material, um festzustellen, wie sich die Wasserstoffsuperoxydmethode gegen die stickstofffreien meist noch unbekannten Bestandtheile des Korns verhält.

1. Versuche mit Schälkleien.

a) Roggenschälkleien. Zusammensetzung: Wasser 8,13 %; in der Trockensubstanz 11,92 % Proteïne, 12,32 % Asche, 2,10 % Fett. Der Rest der Trockensubstanz ist also gleich 73,66 %. Derselbe sollte nach Augenschein im Wesentlichen aus Cellulose bestehen.

   α) 2 g nach dem neuen Verfahren behandelt, ergeben 0,7710 g Rückstand = 38,55 %, hiervon 0,4235 g verascht geben 0,0160 g Asche = 3,76 %. Rohfaser 37,10 %.

   β) 2 g gleiches Material nach dem Weender Verfahren behandelt, geben 0,2140 g Rückstand, darin 0,0185 g Asche. Rohfaser 9,78 %.

b) Roggenschälkleie. Zusammensetzung: 10,30 % Wasser; in der Trockensubstanz: 14,00 % Proteïne, 4,05 % Fett, 4,60 % Asche; Rest also gleich 77,33 %. 1,5843 g nach der neuen Methode behandelt, ergeben 0,7692, Rückstand = 48,74 %; hiervon 0,2760 g verbrannt geben 0,0445 g = 16,12 % Asche. Rohfaser 40,88 %.

c) Roggenschälkleie. Zusammensetzung: 10,16 % Wasser; in der Trockensubstanz: 16,17 % Proteïne, 4,82 % Fett, 5,26 % Asche. Also Rest gleich 73,75 %. 1,3166 g geben nach dem neuen Verfahren 0,4770 g = 36,23 % Rückstand; hiervon 0,1105 g verascht geben 0,0030 g = 2,71 % Asche. Rohfaser 35,25 %.

d) Weizenschälkleie. Zusammensetzung: 8,83 % Wasser; in der Trockensubstanz: 11,92 % Proteïne, 6,03 Asche, 2,20 % Fett. Rest also gleich 79,85 %. 1,7811 g geben 0,6690 g = 37,56 % Rückstand. 0,1818 g hiervon giebt 0,0165 g = 2,08 % Asche. Rohfaser 34,15 %.

Für Roggenschälkleie ergibt sich hieraus, dass ungefähr 50 % der Trockensubstanz minus Proteïne, Fett und Asche Cellulose ist.

Von Weizenschälkleie lag nur eine Probe vor, so dass Vergleiche unterbleiben mussten.

Aus den Versuchen geht ferner hervor, dass die unbekannten Bestandtheile der Kleie dem Anschein nach durch Wasserstoffsuperoxyd glatt gelöst werden.

2. Versuche mit Mahlkleien.

Für diese Kleie ist eine solche constante Cellulosenzahl wie für Schälkleie nicht zu erwarten, da die Mahlkleien je nach dem Grade der Ausmahlung und der Mühleneinrichtung differiren

müssen. Für die hier mitgetheilten Versuche liegt daher der Schwerpunkt in der Constanz der Resultate für gleiches Material.

a) Roggenmahlkleie I:

α) 2,0785 g geben 0,6312 g Rückstand. 0,4310 g, hiervon geben 0,1705 g Asche = 38,56 %; 0,2002 g ebendavon nach Kjeldahl verbrannt geben soviel NH_3, dass 3,2 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 neutralisirt werden, (1 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0014 N = 0,0014 × 6,25 = 0,00875 Proteïne), also 3,2 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,028 g = 13,99 % Proteïne. Rohfaser 14,11 %.

β) 2,0650 g desselben Materials geben 0,54 g Rückstand, hiervon 0,2000 verascht = 0,0742 g = 37,10 % Asche, 0,3400 g zur N-Bestimmung = 2,5 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0219 g = 6,44 % Proteïne. Rohfaser 14,28 %.

b) Roggenmahlkleie II:

α) 2,3494 g geben 0,5334 g Rückstand, 0,1393 g geben 0,0505 g = 36,25 % Asche, 0,3941 g zur N.-Bestimmung = 3,00 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,02625 g = 6,66 % Proteïne. Rohfaser 12,96 %.

β) 1,7877 g geben 0,5227 g Rückstand, 0,3533 g geben 0,1370 g = 38,78 % Asche, 0,1694 g zur N-Bestimmung = 3,00 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,02625 g = 15,50 % Proteïne. Rohfaser 13,37 %.

c) Roggenmahlkleie III:

α) 1,6761 g geben 0,3310 g Rückstand, 0,1650 g geben 0,0430 g = 26,06 % Asche, 0,1660 g zur N-Bestimmung = 0,4 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0035 g = 2,11 % Proteïne. Rohfaser 14,19 %.

β) 1,2210 g geben 0,2482 g Rückstand, 0,1345 g geben 0,0261 g = 19,41 % Asche, 0,1137 g zur N-Bestimmung = 1,3 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0114 g = 10,03 % Proteïne. Rohfaser 14,34 %.

d) Weizenmahlkleie.

α) 1,4850 g geben 0,3880 g Rückstand, 0,0830 g geben 0,0150 g = 18,27 % Asche, 0,3050 g zur N-Bestimmung = 2,1 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0184 g = 6,03 % Proteïne. Rohfaser 19,83 %.

β) 1,7268 g geben 0,5020 g Rückstand, 0,1353 g geben 0,0343 g = 25,35 % Asche, 0,3667 g zur N-Bestimmung = 2,75 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0240 g = 6,54 % Proteïne. Rohfaser 19,80 %.

F. Versuche mit Schwarzmehl.

Das zu den folgenden Bestimmungen verwendete Schwarzmehl nähert sich sehr den Mahlkleien in seiner Zusammensetzung. Es wurde aus einem Roggen hergestellt, derart, dass die ersten 75 % Ausbeute zur Brotbereitung Verwendung fanden,

die folgenden 10 % das Schwarzmehl und der Rest die Mahlkleie bilden.

1. Versuche mit der neuen Methode

a) 2 g hinterlassen 0,2578 g Rückstand, 0,1220 g geben 0,033 g = 2,70 % Asche. Rohfaser 12,63 %.

b) 2,3684 g hinterlassen 0,3468 g; darin 0,0065 g Asche. Rohfaser 12,85 %.

c) 2,3183 g hinterlassen 0,3266 g; darin 0,0050 g Asche. Rohfaser 12,55 %.

d) 1,9313 g hinterlassen 0,2819 g; darin 0,0047 g Asche. Rohfaser 12,93 %.

2. Versuche mit dem Weender Verfahren.

a) 3,0 g hinterlassen 0,1327 g; darin 0,0220 g Asche. Rohfaser 3,690 %.

b) 2,0 g hinterlassen 0,0750 g; darin 0,0030 g Asche. Rohfaser 3,645 %.

G. Versuche mit ganzem Korn.

1. Weizenkörner:

a) 5,2284 g hinterlassen 0,3855 g = 7,37 % Rückstand, 0,1868 g geben 0,0314 g = 16,81 % Asche, 0,1987 g zur N-Bestimmung = 2,4 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0210 g = 10,57 % Proteïne. Rohfaser 5,36 %.

b) 4,9828 g hinterlassen 0,4316 g = 8,46 % Rückstand, 0,1825 g geben 0,0450 g = 24,66 % Asche, 0,2491 g zur N-Bestimmung = 2,65 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0232 g = 9,31 % Proteïne. Rohfaser 5,72 %.

2. Roggenkörner, geschält und ungeschält:

a) Probe I ungeschält.
6,0926 g hinterlassen 0,5907 g = 9,70 % Rückstand, 0,2750 g geben 0,0501 g = 18,22 % Asche, 0,3157 g zur N-Bestimmung = 3,4 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,02975 g = 9,42 % Proteïne. Rohfaser 7,02 %.

b) Probe I geschält.
4,8700 g hinterlassen 0,3634 g = 7,46 % Rückstand, 0,1037 g geben 0,0320 g = 30,95 % Asche, 0,2597 g zur N-Bestimmung = 2,8 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0245 g = 9,43 % Proteïne. Rohfaser 4,47 %.

c) Probe II ungeschält.
4,811 g hinterlassen 0,4107 g = 9,82 % Rückstand, 0,1507 g geben 0,0331 g = 21,96 % Asche, 0,2600 g zur N-Bestimmung = 3,2 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0289 g = 11,12 % Proteïne. Rohfaser 6,53 %.

d) Probe II geschält.
3,7984 g hinterlassen 0,3196 g = 8,41 % Rückstand, 0,1677 g geben 0,0556 g = 33,17 % Asche, 0,1520 g zur N-Bestimmung = 2,2 ccm $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 = 0,0192 g = 12,63 % Proteïne. Rohfaser 4,56 %.

Die in diesem Abschnitt g mitgetheilten Bestimmungen sind aus einer Zeit, in welcher die Erfahrungen mit der Methode

noch geringe waren. Diese Zahlen erheben deshalb noch nicht den Anspruch auf vollständige Zuverlässigkeit. Nichtsdestoweniger werden sie nicht ohne Werth und Interesse sein.

Die im Anfange dieser Arbeit aufgestellten Anforderungen an eine brauchbare Methode sind, wie bewiesen worden ist, durch das Wasserstoffsuperoxyd durchweg erfüllt

Es hat sich gezeigt, dass die eine Behandlung mit der einen Flüssigkeit, ammoniakalisches Wasserstoffsuperoxyd, genügt, um

1. die gesammte Stärke zu lösen,
2. die Eiweissstoffe im allgemeinen ebenfalls zu entfernen.

Die Methode kann demnach ausser der Erfüllung dieser beiden Bedingungen auch Anspruch darauf machen, die verlangte Einfachheit zu besitzen.

Aus den Versuchen mit Watten und Filtrirpapier, gemeiniglich als reine Cellulose angesehen, geht hervor, dass das Wasserstoffsuperoxydverfahren diese Körper nicht angreift, dagegen befähigt ist, die diesen Substanzen noch beigemengten, geringen Quantitäten fremder Bestandtheile ebenso vollständig zu entziehen, wie das im Uebrigen viel energischer wirkende Weender Verfahren.

Nicht als der geringste Vorzug der Methode ist die gute Filtrirbarkeit der erhaltenen Lösungen hervorzuheben.

Die erzielten Resultate sind auch genügend constant. Die bis zu etwa 6% der erhaltenen Zahlen schwankenden Werthe sind für so komplexe Begriffe, wie die Rohfaser es bis auf Weiteres noch ist, als zu weit nicht zu bezeichnen. Doch ist anzunehmen, dass diese Grenze bei noch weiteren Erfahrungen bedeutend verengert werden kann.

Ein erschwerender Umstand bei der Vorlage eines neuen Verfahrens zur Rohfaserbestimmung ist der, dass immer noch vielfach die Weender Methode als eine Art officielles Normal-Verfahren angesehen wird. Darauf haben die Autoren desselben (siehe vorn Nr. 34) niemals Anspruch gemacht — im Gegentheil, sie sind sich zum grossen Theil der Mängel bewusst gewesen und haben das Verfahren als ein »nur vorläufiges« angesehen wissen wollen.

Auch das hier mitgetheilte Verfahren macht keinen Anspruch darauf, die wichtige Cellulosefrage gelöst zu haben. Immerhin dürfte das neue Princip einen kleinen Fortschritt zu dem angestrebten Ziel bedeuten.

Als Zeichen dafür, dass die neue Methode bei der Untersuchung von Reihen von Mühlenproducten sich bereits bewährt hat, insofern sich ein sinngemässes Ansteigen des Rohfasergehaltes erkennen lässt, mag eine aus einer österreichischen Kunstmühle stammende kleinere Serie von Producten aus dem gleichen Rohmaterial hier Platz finden.

Zusammensetzung von Mahlproducten aus demselben Rohmaterial.

Nr.	Bezeichnung	Wasser	In der wasserfreien Substanz				
			Proteïne	Fett	Asche	Rohfaser	Rest
1	Roggen, Rohwaare	12,42	12,36	1,37	2,23	6,01	78,03
2	Roggen, geschält	12,30	12,26	1,12	2,10	4,00	80,52
3	Schälkleie	10,30	14,00	4,05	4,60	36,08	41,27
4	Roggen, so tief geschält, dass die Kleberschicht mit entfernt ist	11,20	9,80	0,75	1,56	2,14	85,75
5	Geschälter Roggen (2), grob gebrochen	11,90	12,03	1,63	2,15	4,39	79,80
6	Roggenschrot, nach der ersten Riffelwalze, unsortirt . .	11,76	12,03	1,67	2,22	4,50	79,58
7	Desgl. nach der zweiten Riffelwalze	12,12	15,53	2,22	2,74	6,43	73,08
8	Roggenmehl bester Qualität	12,06	7,11	0,55	0,54	0,95	90,85
9	Roggenmehl aus Nr. 2, 77 bis 78% Ausbeute	11,46	8,42	0,81	0,82	2,68	87,27
10	Die nach Nr. 9 verbleibende Mahlkleie	11,14	17,94	2,77	6,35	10,24	62,70
11	Roggenmehl, nach 77—78% noch 5% Ausbeute, also v. 77—82%	10,90	18,22	2,58	4,35	12,29	62,56
12	Die nach Nr. 11 verbleibende Mahlkleie	10,09	18,81	3,49	7,29	14,19	56,22
13	Roggenmehl aus 2, 82% Ausbeute	10,80	9,19	1,04	1,12	2,96	85,69
14	Mahlkleie 12 mit Wasser ausgelaugt	11,36	12,03	1,92	3,63	14,34	68,06

Der Nährwerth der verschiedenen Mehlsorten einer modernen Roggenkunstmühle.

Von

Erich Romberg, Unterarzt

aus Berlin.

(Aus dem hygienisch-chemischen Laboratorium der Kaiser Wilhelms-Akademie.)

Zu der Entwickelung der Müllerei vom Zerstossen der Getreidekörner mit Holzkeulen in hölzernen Mörsern bis zu Plinius[1]), der bereits eine siligo, feinstes Mehl, farina feineres, farina secundaria gröberes Mehl und furfur, Kleie unterscheidet und von da bis zur Construction unserer gewaltigen modernen Kunstmühlen mit einer täglichen Vermahlung von vielen tausenden Centnern Getreide durch unendlich viele Stufen, gehörten Tausende von Jahren.

Die Bäckerei hat es in dieser Zeit auch von der Herstellung einfacher dünner Fladen aus zerstossenem Korn und Wasser, die ungesäuert und ungeröstet verzehrt wurden, zwar nur sehr langsam, aber doch stetig, auf moderne Brotfabriken gebracht.

Diese Fortschritte kamen auch ohne Hilfe der theoretischen Wissenschaft, aber als diese sich an die Bearbeitung jener so ungeheuer wichtigen Zweige machte, ging es erst rasch vorwärts. Und, wenn man im Allgemeinen sagen muss, dass bisher die Wissenschaft nur den Fortschritten der Praxis gefolgt ist, so darf man vielleicht auf die Zeit hoffen, wo auch die Praxis den Fortschritten der Wissenschaft mehr Rechnung tragen wird, als bisher. Viel ist in den letzten fünfzig Jahren auf dem Gebiete des Mehl- und Brotstudiums gearbeitet worden, wir werden mit bewusster Übergehung gleich kurz die gethane Arbeit überblicken, aber nach

1) Bei Birnbaum, das Brotbacken.

all dieser Arbeit zu ruhen, erlaubt vorläufig weder der Umfang des Gebietes, noch seine Compliziertheit, noch vor allem seine Wichtigkeit. Verfolgen wir zunächst die hauptsächlichsten bisherigen Ergebnisse der Brotstudien.

G. Meyer [1]) verglich in Ausnutzungsversuchen weisses Weizenbrot, Horsford-Liebig'sches Roggenbrot, Münchener Roggenbrot mit etwas Weizenmehl und Pumpernickel. Er fand, dass sowohl in der Trockensubstanz, als im Stickstoff am besten weisses Weizenbrot (Semmel), dann Münchener Roggenbrot, Liebig'sches Brot und zuletzt Pumpernickel ausgenutzt wurden.

Rubner [2]) liess viel und wenig Weissbrot und grobes Roggenmehlbrot essen. Es ergab sich, dass am besten viel, dann wenig Weissbrot, am schlechtesten Roggenbrot ausgenutzt wurden. In einer andern Arbeit [3]) untersuchte Rubner den Werth der Weizenkleie. Er liess feinstes, mittleres Weizenmehl und Mehl aus ganzem Weizenkorn verbacken und essen und fand wieder, je feiner das Mehl, um so besser die Ausnutzung. Von den vielen anderen Resultaten der interessanten Arbeit wollen wir nur herausgreifen, dass Rubner eine gewisse Verdaulichkeit der Kleie bezw. des Kleienmehles nachwies.

Wicke [4]) ass Brot aus geschältem und ungeschältem Roggen; er fand eine wesentlich bessere Ausnutzung des Mehles aus geschältem Roggen, als des aus ungeschältem Roggen; doch war leider die Feinheit beider Proben zu ungleich, um ein ganz klares Resultat zu liefern.

Prausnitz [5]) zeigte, dass Brot mit und ohne Zugabe gemischter Kost gleich gut ausgenutzt wird.

Menicanti und Prausnitz veröffentlichten [6]) als Resultate ihrer Arbeit, dass Hefebrot besser als Sauerteigbrot, Weizenbrot besser, als Roggenbrot ausgenutzt wird, dass die Decortication

1) Zeitschr. f. Biol., 1871.
2) Zeitschr. f. Biol., 1879.
3) Zeitschr. f. Biol., 1883.
4) Archiv f. Hygiene, 1890.
5) Archiv f. Hygiene, 1893, Bd. XVII.
6) Zeitschr. f. Biol., 1894.

des Getreides nicht ganz die von Wicke (s. o.) gerühmten Vortheile hat. Auf die andern Ergebnisse der Arbeit können wir hier nicht eingehen. Schliesslich haben wir umfangreiche Arbeiten von Lehmann (Würzburg). In einem Referat [1]) über Reformen auf dem Gebiet der Brotbereitung giebt er die sich aus den bisherigen Arbeiten ergebenden Bedingungen und Forderungen für ein gutes Brot und stellt als Reformvorschläge die Forderung nach besserer Reinigung und Vermahlung der Schrotbrotmehle auf. In den »hygienischen Studien über Mehl und Brot« bespricht Lehmann den Zermahlungsgrad und Unkrautgehalt [2]) der deutschen Mehle und findet wieder die ungenügende Beschaffenheit der Schrotbrotmehle. Er weist ferner eine zwar verschieden starke, aber manchmal unglaubliche Verunreinigung des Getreides nach. Als Säuren des Brotes stellt er hauptsächlich Essig- und Milchsäure hin, giebt eine Säurescala der Brote und untersucht die Ursachen zu starker Brotsäuerung. Weiter behandelt er die hygienische Bedeutung des Säuregehaltes des Brotes [3]), stellt Untersuchungen über Porosität, spec. Gewicht des Brotes [4]) an und giebt die Resultate seiner mit einem Brot aus ganzem Korn, ohne vorherige Vermahlung nach dem Gelinck'schen Patente gewonnenen Untersuchungen [5]). Hierbei findet er, wie ungenügend ein so hergestelltes Brot ist, die angeknüpften Untersuchungen über den Werth der Decortication des Getreides ergeben einen nur geringen Vorzug der Brote aus decorticiertem Korn vor denen aus nicht decorticiertem.

In ganz grossen Zügen sind dies die bisherigen Resultate der Brotuntersuchungen. Ihr Hauptergebnis, der Vorzug feinerer Mehle vor gröberen, das nun doch so fest steht, dass eigentlich kein Mensch mehr daran rütteln kann, ist in den vielen Jahren dennoch so wenig Gemeingut nicht nur der Laien, sondern auch der

1) Sitzungsberichte der Versammlung für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. XXVI, Heft 1.

2) Archiv f. Hygiene, 1893, Bd. 19.

3) Archiv f. Hygiene, 1894, Bd. 20, S. 1.

4) Archiv f. Hygiene, 1894, Bd. 21, S. 215.

5) Archiv f. Hygiene, 1894, Bd. 21, S. 247.

Aerzte geworden, dass man die meisten Leute fragen kann, welches Brot ist besser, man hört noch immer, das Schwarzbrot. Immerhin lassen die bisherigen Untersuchungen noch eine Anzahl wichtiger Fragen auf diesem Gebiete ungelöst. Die nachfolgende Arbeit sei ein Beitrag zur Lösung der grossen Aufgabe.

Im hygienisch-chemischen Laboratorium der Kaiser Wilhelms-Akademie waren seit Jahren Versuche mit Broten und Zwiebacksarten im Gange, und zwar wie sich das bei dem vorwiegend militärischen Charakter des Laboratoriums von selbst versteht, mit Commisbroten und Feldzwiebacken. Die Frage nach der Art der Vermahlung in den Proviantmühlen, die weitere Frage nach dem nötigen und wünschenswerten Auszug an Kleie für die Commisbrotmehle legten es nahe, die Art der Vermahlung des Getreides und zwar unseres Hauptvolksnahrungsgetreides, des Roggens, in den grossen Kunstmühlen zu untersuchen. So entstand die hier veröffentlichte Arbeit des Herrn Dr. Falke, die sich mit der chemischen Analyse des Müllerei-Betriebs in allen seinen Theilen befasst. Mir wurde der Auftrag, die hygienisch-physiologische Bearbeitung dieses Themas zu übernehmen.

Die moderne Müllerei erreicht die Feinheit ihrer Mehle durch fortwährend erneute Vermahlung der »Schalen« und »Griese«. Wenn ich im Folgenden kurz die moderne Roggenmüllerei zu schildern versuche[1]), so bin ich mir wohl der Schwierigkeit des Unternehmens bewusst, in aller Kürze das so ausserordentlich complicierte Verfahren verständlich machen zu können. Aber für das Verständnis der Arbeit ist diese Schilderung unerlässlich. Im Folgenden halte ich mich an die Verhältnisse der Roggenmühle von Schütt, Berlin, deren Besitzer wir für das freundliche Entgegenkommen und die Erlaubnis zur

1) Auf die noch weit complicierteren Verhältnisse der Wiener oder ungarischen Weizen-Hochmüllerei, die auf wesentlich anderen Principien — allmählicher Herstellung immer reinerer Griese durch fortgesetztes »Putzen« derselben in zahllosen Griesputzmaschinen und schliesslichem Vermahlen dieser nach ihrer Qualität gesonderten Griese — beruht, kann hier nicht eingegangen werden. Vgl. die Arbeit von Dr. Falcke und die daselbst citierten Lehrbücher der Müllerei.

Einsicht in den Betrieb zu grossem Danke verpflichtet sind und an dieser Stelle unsern besten Dank sagen. Das Getreide hat einen langen Weg zurückzulegen, ehe es zur eigentlichen Vermahlung kommt. Die Reinigung des Getreides von Sand, Spreu, Steinen, Pflanzensamen u. s. w. erfordert einen grossen Apparat; für uns ist es hier gleichgültig, mit welchen Maschinen der Müller die Reinigung erreicht. Ist das Getreide nun gereinigt, so wird es gespitzt, das heisst, die Enden der Getreidekörner werden abgestossen, um das Bärtchen und den fettreichen Keim des Getreides zu entfernen, der beim Lagern des Mehls zum Ranzigwerden und Verderben beiträgt. Das also gereinigte und gespitzte Korn wird nun zwischen ziemlich weit auseinanderstehenden Walzen gequetscht. Das Product dieses Quetschens wird dem ersten Mahlgange, einem gegeneinander arbeitenden Hartguss-Walzenpaare (Walzenstuhl) zugeführt und von diesem in Schrot vom ganzen Korn verwandelt. Dieses Schrot wird jetzt, wie später das Product jedes Mahlgangs durch drei verschiedene Siebe gesiebt, wie der Müller sagt, »gebeutelt«, und liefert eine »Schale«, einen »Gries« und ein »Mehl«. Das Mehl ist fertig, die Schale und der Gries werden später weiter behandelt. Die Tabellen I und II S. 250—253 geben eine Uebersicht über das Mahlverfahren. Also um zu wiederholen: im 1. Mahlgang wird auf dem 1. Walzenstuhl das ganze Korn grob zerrieben, es entsteht Schrot vom ganzen Korn; dieses gesiebt ergiebt die 1. Schale, den 1. Gries, das 1. Mehl; das Mehl ist fertig, wie aus der Tabelle ersichtlich, wird die 1. Schale im 2. Mahlgang, der 1. Gries im 6. Mahlgang weiter vermahlen. Diese Schilderung giebt uns das Prinzip der modernen Roggen-Kunstmüllerei, stetiges geteiltes Absieben gröberer Mahlproducte und fortwährende Weitervermahlung. Die letzte Columne der Tabelle zeigt die Siebnummern an. Das Mehl wurde hier, wie auch sonst in Kunstmühlen, durch Seidenbeuteltuch gebeutelt. Die Siebe bleiben nicht stets in einem Mahlgange dieselben, sie wechseln nach Erfahrung der Müller bei Aufschüttung verschiedener Getreidearten u. s. w. Die 1. Schale wird im 2. Walzenstuhl zur 1. Schalenvermahlung vermahlen, es ergiebt sich 2. Schale, 2. Gries

und Mehl der 1. Schalenvermahlung[1]) (2). Weiter wird vermahlen 2. Schale im 3. Walzenstuhl zur 3. Schale, 3. Gries und dem Mehl der 2. Schalenvermahlung (3). Erfolgte bis hierher die Vermahlung in Walzenstühlen, also durch Hindurchgehen des Mahlgutes zwischen gegeneinander rotierenden stählernen Walzen, so beginnt jetzt für die beiden letzten Schalenvermahlungen, sowie später für die letzten Griesvermahlungen die Vermahlung durch »Dismembratoren«. Dies sind[2]): »Zerkleinerungsmaschinen, welche mittels Schlagbolzen, angebracht an sehr rasch rotierenden Scheiben, auf das Mahlgut einwirken. Die Dismembratoren wirken durch den Schlag ihrer Bolzen gegen frei bewegliches Mahlgut; ihre Wirkung ist eine zerschleudernde«. Abgesehen von der Anwendung von Dismembratoren geht jetzt die Vermahlung immer so weiter bis zum 5. Mahlgang. Hier wird die 4. Schale vermahlen, wir bekommen Mehl der 4. Schalenvermahlung (5), 5. Gries und 5. Schale, die als nicht weiter vermahlungsfähig zur Kleie abgeht. Als Mahlgut des 6. Mahlgangs tritt jetzt der noch im 1. Mahlgang abgesiebte 1. Gries ein. Es entsteht Mehl der 1. Griesvermahlung (6), 2. »Schalengries« und 2. Gries. Beide werden im 7. Mahlgang mit dem vom 2. Mahlgang noch übrigen 2. Gries vermahlen. Für die nächsten Mahlgänge kommen also ausser den Schalengriesen und Griesen des jedesmaligen vorigen Mahlgangs nacheinander noch der 2.—5. Gries aus dem 2.—5. Mahlgang als Mahlgut zur Verwendung. Im 14. Mahlgang setzen wieder die Dismembratoren ein, wir kommen im Ganzen auf 18 Mahlgänge mit einem Product von 13 Gries-, 4 Schalenvermahlungen und dem Mehl der ersten Schrotung (1). Natürlich kann die Mühle nicht alle diese Mehle verkaufen. Die Mehle der einzelnen Mahlgänge werden durch Zusammenfliessen zu Verkaufsmehlen 0, I, II, III, eventuell auch zu Zwischenstufen 0-I, I-II u. s. w. gesammelt und in den Handel gebracht.

1) Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf die spätere Bezeichnung der Mehle.

2) Kick, Handbuch der Müllerei.

(Fortsetzung des Textes auf Seite 254.)

Tabelle I.

Mahlgang No.	Walzenstuhl bezw. Dismembrator / Mahlgut	Liefert an Producten a vor dem Sieben, b nach » », c » » », d » » »	Wird weiter behandelt	Siebnummern
1	1. Walzenstuhl	1a Schrot v. ganzen Korn	gesiebt	11. 11. 12.
		1b 1. Schale	nach 2 vermahlen	
	Ganzes Korn	1c 1. Gries	» 6 »	
		1d Mehl der Schrotung	fertig	
2.	2. Walzenstuhl	2a 1. Schalenvermahlung	gesiebt	12. 13. 14.
		2b 2. Schale	nach 3 vermahlen	
	1. Schale 1b.	2c 2. Gries	» 7 »	
		2d Mehl d. 1. Schalenverm.	fertig	
3.	3. Walzenstuhl	3a 2. Schalenvermahlung	gesiebt	13. 14. 15.
		3b 3. Schale	nach 4 vermahlen	
	2. Schale 2b	3c 3. Gries	» 8 »	
		3d Mehl d. 2. Schalenverm.	fertig	
4.	1. Dismembrator	4a 3. Schalenvermahlung	gesiebt	13. 14. 15.
		4b 4. Schale	nach 5 vermahlen	
	3. Schale 3b	4c 4. Gries	» 9 »	
		4d Mehl d. 3. Schalenverm.	fertig	
5.	2. Dismembrator	5a 4. Schalenvermahlung	gesiebt	13. 14. 15.
		5b 5. Schale	ab zur Kleie	
	4. Schale 4b	5c 5. Gries	nach 10 vermahlen	
		5d Mehl d. 4. Schalenverm.	fertig	
6.	4. Walzenstuhl	6a 1. Griesvermahlung	gesiebt	13. 13. 14.
		6b 2. Schalengries	} nach 7 vermahl.	
	1. Gries 1c	6c 2. Gries		
		6d Mehl d. 1. Griesverm.	fertig	
7.	5. Walzenstuhl	7a 2. Griesvermahlung	gesiebt	13. 14. 14.
	2. Schalengries 6b	7b 3. Schalengries	} nach 8 vermahl.	
	2. Gries { 2c	7c 3. Gries		
	{ 6c	7d Mehl d. 2. Griesverm.	fertig	
8	6. Walzenstuhl	8a 3. Griesvermahlung	gesiebt	13. 14. 15.
	3. Schalengries 7b	8b 4. Schalengries	} nach 9 vermahl.	
	3. Gries { 3c	8c 4. Gries		
	{ 7c	8d Mehl d. 3. Griesverm.	fertig	
9.	7. Walzenstuhl	9a 4. Griesvermahlung	gesiebt	13. 14. 15.
	4. Schalengries 8b	9b 5. Schalengries	} nach 10 vermahl.	
	4. Gries { 4c	9c 5. Gries		
	{ 8c	9d Mehl d. 4. Griesverm.	fertig	

Mahlgang No.	Walzenstuhl bezw. Dismembrator Mahlgut	Liefert an Producten a vor dem Sieben b nach » » c » » » d » » »	Wird weiter behandelt	Sieb-nummern
10.	8. Walzenstuhl 5. Schalengries 9 b 5. Gries { 5 c, 9 c	10a 5. Griesvermahlung 10b 6. Schalengries 10c 6 Gries 10d Mehl d. 5. Griesverm.	gesiebt } nach 11 vermahl. fertig	14. 14. 15.
11.	9. Walzenstuhl 6. Schalengries 10b 6. Gries 10 c	11a 6. Griesvermahlung 11b 7. Schalengries 11c 7. Gries 11d Mehl d. 6. Griesverm.	gesiebt } nach 12 vermahl. fertig	15. 15. 16.
12.	10. Walzenstuhl 7. Schalengries 11b 7. Gries 11 c	12a 7. Griesvermahlung 12b 8. Schalengries 12c 8. Gries 12d Mehl d. 7. Griesverm.	gesiebt } nach 13 vermahl. fertig	15. 16. 16.
13.	11. Walzenstuhl 8. Schalengries 12b 8. Gries 12 c	13a 8. Griesvermahlung 13b 9. Schalengries 13c 9. Gries 13d Mehl d. 8. Griesverm.	gesiebt } nach 14 vermahl. fertig	15. 16. 16.
14.	3. Dismembrator 9. Schalengries 13b 9. Gries 13 c	14a 9. Griesvermahlung 14b 10. Schalengries 14c 10. Gries 14d Mehl d. 9. Griesverm.	gesiebt } nach 15 vermahl. fertig	14. 15. 15.
15.	4. Dismembrator 10. Schalengr. 14 b 10. Gries 14 c	15a 10. Griesvermahlung 15b 11. Schalengries 15c 11. Gries 15d Mehl d. 10. Griesverm.	gesiebt } nach 16 vermahl. fertig	14. 15. 15.
16.	5. Dismembrator 11. Schalengr. 15 b 11. Gries 15 c	16a 11. Griesvermahlung 16b 12. Schalengries 16c 12. Gries 16d Mehl d. 11. Griesverm.	gesiebt } nach 17 vermahl. fertig	14. 15. 16.
17.	6. Dismembrator 12. Schalengr. 16 b 12. Gries 16 c	17a 12. Griesvermahlung 17b 13. Schalengries 17c 13. Gries 17d Mehl d. 12. Griesverm.	gesiebt } nach 18 vermahl. fertig	14. 15. 16.
18.	7. Dismembrator 13. Schalengr. 17 b 13. Gries 17c	18a 13. Griesvermahlung 18b 14 Schalengries 18c 14. Gries 18d Mehl d. 13. Schalenv.	gesiebt } ab zur Kleie fertig	13. 13. 11.

Tabelle II.

Ursprüngliche

Gereinigter Roggen.
Gespitzter Roggen.
Gequetschter Roggen.

1. Mahlgang — 1a Schrot vom
1. Walzenstuhl — ganzen Korn
1b 1. Schale

2. Mahlgang — 2a 1. Schalenvermahlung
2. Walzenstuhl
2b 2. Schale — 2c 2. Gries — 2d Mehl 2

3. Mahlgang — 3a 2. Schalenverm. nach 7a
3. Walzenstuhl
3b 3. Schale — 3c 3. Gries — 3d Mehl 3

4. Mahlgang — 4a 3. Schalenvermahlung — nach 8a
1. Dismembrator
4b 4. Schale — 4c 4. Gries — 4d Mehl 4

5. Mahlgang — 5a 4. Schalenvermahlung — nach 9a
2. Dismembrator
5b 5. Schale — 5c 5. Gries — 5d Mehl 5

zur Kleie — nach 10a

oggen.

bfall (Trieurkorn etc.).

bfall beim Spitzen.

bfall beim Quetschen.

			1c 1. Gries	1d Mehl 1
6. Mahlgang 4. Walzenstuhl	6b 2. Schalengries, dazu 2c 2. Gries	6a 1. Griesvermahlung	6c 2. Gries	6d Mehl 6
7. Mahlgang 5. Walzenstuhl	7b 3. Schalengries, dazu 3c 3. Gries	7a 2. Griesvermahlung	7c 3. Gries	7d Mehl 7
8. Mahlgang 6. Walzenstuhl	8b 4. Schalengries, dazu 4c 4. Gries	8a 3. Griesvermahlung	8c 4. Gies	8d Mehl 8
9. Mahlgang 7. Walzenstuhl	9b 5. Schalengries, dazu 5c 5. Gries	9a 4. Griesvermahlung	9c 5. Gries	9d Mehl 9
10. Mahlgang 8. Walzenstuhl	10b 6. Schalengries	10a 5. Griesvermahlung	10c 6. Gries	10d Mehl 10
11. Mahlgang 9. Walzenstuhl	11b 7. Schalengries	11a 6. Griesvermahlung	11c 7. Gries	11d Mehl 11
12. Mahlgang 10. Walzenstuhl	12b 8. Schalengries	12a 7. Griesvermahlung	12c 8. Gries	12d Mehl 12
13. Mahlgang 11. Walzenstuhl	13b 9. Schalengries	13a 8. Griesvermahlung	13c 9. Gries	13d Mehl 13
14. Mahlgang 3. Dismembrator	14b 10. Schalengries	14a 9. Griesvermahlung	14c 10. Gries	14d Mehl 14
15. Mahlgang 4. Dismembrator	15b 11. Schalengries	15a 10. Griesvermahlung	15c 11. Gries	15d Mehl 15
16. Mahlgang 5. Dismembrator	16b 12. Schalengries	16a 11. Griesvermahlung	16c 12. Gries	16d Mehl 16
17. Mahlgang 6. Dismembrator	17b 13. Schalengries	17a 12. Griesvermahlung	17c 13. Gries	17d Mehl 17
18. Mahlgang 7. Dismembrator	18b 14. Schalengries	18a 13. Griesvermahlung	18c 14. Gries	18d Mehl 18
	zur Kleie		zur Kleie	

Nachdem, wie erwähnt, Falcke alle Stationen dieser Müllerei, Griese, Schalengriese und Mehle chemisch-analytisch untersucht hatte, sollte ich mit Broten aus den Mehlen der einzelnen Mahlgänge Ausnutzungsversuche anstellen.

Herr Schütt erlaubte mir bereitwilligst, selbst bei der Entnahme der 18 Mehle aus den einzelnen Sichtemaschinen zugegen zu sein; es wurden am 15. October 1894 diese 18 einzelnen Mehle, die 4 Verkaufsmehle (0, I, II, III) und ferner gereinigter Roggen und Kleie in Mengen von je 50 kg entnommen, von mir bezeichnet und zur Aufbewahrung in das hiesige Königliche Proviantamt geschafft. Der Roggen, der am 15. October gerade vermahlen wurde, bestand zu ²/₃ aus russischem Roggen aus Odessa, zu ¹/₃ aus gemischtem inländischen Roggen.

Zunächst gebe ich die Tab. III S. 255 der chemischen Analyse der Mehle, des Roggens und der Kleie. Es ist zu bemerken, dass die Mehle mit den Zahlen der aufeinanderfolgenden Mahlgänge bezeichnet sind, Mehl 1 ist das Mehl der Schrotung, Mehl 2—5 sind die Mehle der Schalenvermahlungen, Mehl 6—18 die Mehle der Griesvermahlungen. Die Analysen der Mehle, sowie später der Brote und Kothe wurden theils von den einjährig-freiwilligen Militärapothekern des Laboratoriums, theils von mir selbst ausgeführt.

Der Wassergehalt wurde durch Austrocknen einer gewogenen Quantität in flachen Porcellanschalen im Trockenschrank bei 98—99° bis zur Gewichtsconstanz bestimmt. Die übrigen Bestimmungen wurden in der Trockensubstanz gemacht, Stickstoff auf Protëine umgerechnet (x 6,25) nach Kjeldahl; dazu wurde H_2SO_4 mit 20% P_2O_5 verwandt. Fettbestimmung durch Aetherextraction nach Soxhlet, Asche durch Ausglühen, der Rest dürfte ziemlich genau den Stärkegehalt angeben.

Der Wassergehalt der Mehle ist ziemlich constant, schwankt zwischen 9,25% und 12,49%, er giebt kein bezeichnendes Bild von der Reihenfolge der Mehle. Der Eiweissgehalt des gereinigten Roggens hält ungefähr die Mitte der beim Roggen vorkommenden Schwankung. Bei den Mehlen zeigt er von Nr. 2—5, also in den Schalenvermahlungen und von Nr. 6—18, in den Griesvermahlungen, abgesehen von den geringen Schwankungen bei

Tabelle III.

Untersuchungs-object bezw. Mehl-Nr.	Procent Wasser	In der Trockensubstanz Procent				
		Proteïne	Fett	Asche	Rest	
Gereinigter Roggen	12,90	12,69	1,29	1,78	84,24	
Mehl 1	12,49	6,13	0,67	0,45	92,75	Schalen-vermahlungen
Mehl 2	12,14	11,16	0,83	0,83	87,18	
Mehl 3	12,10	12,47	1,22	1,15	85,16	
Mehl 4	9,30	17,28	1,96	2,06	78,70	
Mehl 5	11,24	18,38	2,03	2,52	77,07	
Mehl 6	9,07	10,28	0,65	0,68	88,39	Griesvermahlungen
Mehl 7	11,87	10,56	0,88	0,70	87,86	
Mehl 8	12,00	10,94	0,86	0,78	87,42	
Mehl 9	11,90	11,38	1,12	0,82	86,68	
Mehl 10	11,76	12,25	1,10	0,87	85,78	
Mehl 11	11,80	12,47	1,27	0,93	85,33	
Mehl 12	11,56	12,91	1,91	1,08	84,10	
Mehl 13	11,19	13,34	1,28	1,17	84,21	
Mehl 14	11,66	15,53	1,82	1,72	80,93	
Mehl 15	11,00	17,28	1,92	1,90	78,90	
Mehl 16	10,06	17,94	1,96	1,94	78,16	
Mehl 17	10,96	17,72	2,12	2,13	78,03	
Mehl 18	9,25	17,06	2,21	2,40	78,33	
Kleie	10,20	16,63	3,03	4,72	75,62	
Verkaufsmehl 0	11,25	7,43	0,99	0,49	91,09	Verkaufs-mehle
Verkaufsmehl I	11,84	11,59	1,14	0,92	86,35	
Verkaufsmehl II	11,26	17,28	2,13	1,89	78,70	
Verkaufsmehl III	11,40	16,84	2,13	2,22	78,81	

17, ein beständiges Ansteigen. Die Bestimmung der ätherlöslichen Substanz lässt deutlich ein Ansteigen von Nr. 2—5 und Nr. 6—18 erkennen. Der Aschegehalt ist das classische Criterium der Güte der Mehle. Die Asche steigt in unserer Tabelle mit ausserordentlicher Regelmässigkeit und ermöglicht es uns in vollkommener Weise, unsere Mehle der Güte nach zu ordnen. Die Mehle der Schalenvermahlungen müssen nämlich doch ihrer relativen Güte bzw. Schlechtigkeit nach in die (grössere) Reihe der Griesvermahlungsmehle eingeschaltet werden, damit wir für die spätere Beurtheilung des Brotes einen Anhalt

gewinnen können. Dem Aschegehalt nach stellen sich dann die Mehle wie folgt:

1. 6. 7. 8. 9.	13. 14. 15. 16.
2.	4.
10. 11. 12.	17. 18.
3.	5.

Der Rest, also der Gehalt an Stärke, bezeichnet mit seinen allmählich absteigenden Werthen das Schlechterwerden des Mehles.

Es galt also nun, mit Broten aus den verschiedenen Mehlen Ausnutzungsversuche anzustellen. Es waren dabei anzustreben: I. Jedesmal gleiche Verbackung der Brote, II. Stets gleiche Versuchsanordnung. Um die erste Forderung zu erfüllen, entschloss ich mich, bei einem kleinen Bäcker in einem Vorort von Berlin das Brot selbst zu backen oder doch wenigstens das Backen stets zu beaufsichtigen. Ich suchte einen mir persönlich bekannten Bäcker aus, der sich dazu bereit erklärte und nach einigen Versuchen stellten wir einen bestimmten Modus des Backens auf, nach dem, soweit es später anging, immer unter meiner Aufsicht gebacken wurde. Das Selbstbacken gab ich nämlich im Interesse der gründlichen Teigdurchknetung auf; das erfordert mehr Uebung, als zu erwerben ich Zeit hatte. Ungefähr 7 kg Mehl wurden Abends 9 Uhr mit 100 g gewöhnlicher Presshefe und etwa $^3/_4$ l lauwarmen Wassers soweit angängig angerührt. Nachts um 12 Uhr wurde das Mehl mit weiteren $^3/_4$ l Wasser verrührt. Ungefähr die Hälfte des in einem grösseren Trog befindlichen Mehles war dann bis Morgens 8 Uhr zu einer Art Teig geworden. Morgens kamen dann dazu noch ungefähr $1^1/_2$ l Wasser mit 100 g Kochsalz, alles wurde gut zu Teig durchgeknetet. Von dem betreffenden Mehl wurde immer etwas zurückbehalten, um damit den Teig, wenn er in die Brotform gebracht wird, zu bepudern. Der Teig wurde in der Regel zu drei grösseren Broten in längsovaler Form geformt und in den Backofen geschoben. Ungefähr 1 Stunde Backzeit genügte in den meisten Fällen zur Herstellung des Brotes.

Als Gährungsmittel hatten wir Hefe gewählt, weil das Backen mit Sauerteig das Ansetzen eines besonderen Sauers von dem betreffendem Mehle erfordert hätte, was bei der schnellen Aufeinanderfolge der Versuche schwer möglich gewesen wäre. In Betreff der zum Backen verwendeten Mengen ist zu sagen, dass sie natürlich nicht auf chemischen Waagen abgewogen wurden und deshalb wohl manchmal etwas um die angegebenen Mengen herum geschwankt haben. Besonders gilt dies von der gebrauchten Wassermenge und auch von der Backzeit, indem hier noch dazu kommt, dass man der Erfahrung des Bäckers nachgeben muss, wenn er erklärt, dies Mehl braucht weniger Wasser und etwas längere Backzeit, und wenn der Backofen vielleicht einmal nicht ganz 200° Wärme hat.

Als wir nun daran gingen, die schwärzeren Mehle zu backen, die mir schon der Müller als »Tapezierkleistermehl« bezeichnet hatte, zeigte es sich, dass es nicht möglich war, ein auch nur einigermaassen Brot zu nennendes Erzeugnis herzustellen. Wir gaben weniger Wasser, mehr Salz, bis 2½ Stunden Backzeit, buken den Teig in kleinen Formen und das Product all unserer Bemühungen war aussen knochenhart durchgebacken, innen nass wie der Teig vor dem Verbacken. Alle Versuche scheiterten an Leibschmerzen und Diarrhöen; sie sind, wie alle anderen, nicht genügend gelungenen, hier auch gar nicht aufgeführt, bis auf zwei, die etwas Besonderes illustrieren sollen. Um nun doch zu Resultaten über diese schlechten Mehle zu kommen, haben wir sie später in etwas abweichender, nachher zu besprechender Weise verbacken.

Die Brote wurden jedesmal in der Nacht vom Sonnabend zum Sonntag oder von Sonntag zu Montag gebacken; die Versuche begannen meistens am Montag, so dass die Brote mindestens 1½ Tage alt waren.

Glaubten wir, so immer einigermaassen gleiches Versuchsmaterial zu haben, so konnte die Versuchsanordnung ohne Schwierigkeit immer gleich gestaltet werden. Sie war die jetzt wohl allgemein übliche, von Rubner eingeführte. Am 1. Tage 2 l Milch mit etwas Käse (Quark-, Schweizer- oder Holländer-

käse, je nach Jahreszeit und Belieben des Einzelnen), am 2. bis 4. Tage nur das Brot ohne Zugabe von Butter oder sonst etwas, am 5. Tage wieder 2 l Milch und etwas Käse zur Abgrenzung. Zwischen der letzten bzw. ersten Milch und dem ersten bzw. letzten Brot lag eine Pause von 15—18 Stunden.

Als tägliches Getränk dienten 2 l Bier und Wasser nach Bedarf.

In Betreff der Abgrenzung und des Milchkoths möchte ich bemerken, dass man auf die angeblich weisse Farbe des Milchkoths nicht zuviel Gewicht legen darf Ich habe in einer recht grossen Zahl von Abgrenzungen bei Nahrungsmittel-Ausnutzungsversuchen weissen, aber auch ziemlich dunkelbraunen Milchkoth gesehen. Allein die seifenähnliche Consistenz ist das für den Milchkoth und die Abgrenzung Entscheidende. Meiner Erfahrung nach hängt die Farbe des Milchkoths einmal von der Menge der vor, während und nach dem Milchgenuss getrunkenen Flüssigkeit ab; ich habe an mir selbst deutlich verfolgen können, wie mein Milchkoth dunkler wurde, je mehr Flüssigkeit, Bier oder Wasser, ich trank. Es lässt sich das vielleicht aus der, allerdings auch bestrittenen, Wirkung vieler Flüssigkeit als Cholagogon erklären. Und dann hängt die Farbe des Milchkoths noch zweifellos von der Zeit ab, die der Koth im Darm verweilt; je länger er drin bleibt, um so dunkler wird er. Die bekannte Neigung zu Diarrhöen an den Milchtagen, besonders am Schlussmilchtage, konnten wir durch ganz langsames und allmähliches Trinken der erwärmten Milch bezw. durch mässigen Groggenuss vermeiden und auch bekämpfen.

Vielleicht ist auch die dunkle Färbung unserer Bierarten, auch vielleicht die des Grogs nicht ohne Einfluss auf die Farbe des Milchkoths. Die so naheliegende Anwendung von tinctura opii bei Anwandlungen von Diarrhöe habe ich vermieden, um ein Ineinanderschieben der verschiedenen Kothmassen und die manchmal dann ziemlich lange andauernde Lähmung des Stuhlgangs zu vermeiden.

Von den länglich geformten Versuchsbroten wurden die beiden Enden abgeschnitten, um eine möglichst gleiche Verteilung von Brotkrume und -Rinde zu erreichen. Eine Scheibe des

Brotes wurde in kleine Würfel geschnitten und sein Wassergehalt durch Austrocknen im Trockenschrank von 98 bis 99° bis zur Gewichtsconstanz bestimmt. Dann wurden die getrockneten Brotwürfel in einer Handmühle vermahlen, das Brotpulver nachgetrocknet und als Trockensubstanz für die Analysen aufbewahrt. Proteïne wurden, vom Stickstoff aus durch Multiplication mit 6,25 umgerechnet, nach Kjeldahl unter Anwendung von H_2SO_4 mit 20% P_2O_5 bestimmt, das »Fett« durch Aetherextraction nach Soxhlet, von der Brotasche wurde das Kochsalz abgezogen und der Rest als reine Asche gerechnet, indem die Substanz bei leichter Flamme verkohlt wurde, mit kochendem Wasser Chlornatrium und lösliche Asche extrahirt wurden und dann unlösliche und lösliche Asche durch Ausglühen, Kochsalz durch Titrieren mit 1/10 normaler $AgNO_3$-Lösung bestimmt wurden. Der Rest ergiebt auch hier wieder annähernd den Stärkegehalt.

Defaeciert wurde auf nebeneinanderliegende tarierte Glasplatten; das Aufeinanderfallen des Kothes konnte durch einfaches Seitwärtsbewegen des Körpers leicht vermieden werden. Der Koth wurde frisch gewogen, im Trockenschrank bei 90° vorgetrocknet und nach einigen Tagen quantitativ in tarierte Porzellanschalen gebracht. Dan wurde er im Trockenschrank bei 98 bis 99° nachgetrocknet, wenn Gewichtsconstanz erreicht war, gewogen und in Handmühlen zu einem feinen Pulver vermahlen. Nach einer erneuten Trocknung wurde die Trockensubstanz zu Analysen aufbewahrt.

Wie sich aus den Versuchsprotocollen ergiebt, finden sich ganz ausserordentliche Unterschiede in der Zeit der Defaecation bei verschiedenen Versuchspersonen. Ich selbst z. B. defaecierte den zur Milch oder zum Brot gehörigen Koth fast regelmässig am Tage nach dem Genuss der betreffenden Speise; andere Personen brauchten dazu manchmal 4 Tage. Dass dadurch natürlich die Ausnutzung wesentlich verändert werden muss, liegt auf der Hand.

Noch auf eine weitere Erscheinung beim Defaecieren möchte ich aufmerksam machen. Schon bei früheren Versuchen und auch in dieser Versuchsreihe traten einige Male grüne Stühle

auf von genau der Farbe der manchmal bei Kindern auftretenden Stuhlgänge. Hier wie dort wird man mit Recht auf Störungen im Darm schliessen müssen, bei denen die grüne Farbe durch Oxydation des Bilirubins zu Biliverdin verursacht wird.

Die chemischen Kothanalysen wurden wie beim Brot gemacht mit dem Unterschiede, dass im Koth nur die einfache Asche durch Ausglühen bestimmt wurde. Der Vollständigkeit wegen wurden die »Fett«-Bestimmungen in Broten und Kothen gemacht, aber der Verlust an Fett im Kothe nicht berechnet, weil er doch keine brauchbaren, ja nicht selten handgreiflich irrationelle Werthe liefert, indem mehr Fett im Koth ausgeschieden wurde, als mit der Nahrung eingenommen war.

Auf die an sich sehr wünschenswerthe Verwendung von stets denselben Versuchspersonen für die ganze Brotreihe musste aus naheliegenden Gründen verzichtet werden. Es ist ganz leicht, Collegen zu einem oder zwei Versuchen zu bewegen, aber es ist nicht recht möglich, zur Absolvierung der ganzen Versuchsreihe noch einen zweiten Herrn zu finden, wo bei der schnellen Aufeinanderfolge der Versuche und bei sonstigen mannigfaltigen Abhaltungen leider nicht mal ich selbst dazu im Stande war.

Die ursprüngliche Absicht, sämmtliche 22 Mehle zu verbacken, musste als zu zeitraubend aufgegeben werden; wir haben Anfang und Schluss der Reihe genau bestimmt und noch eine Anzahl dazwischenliegender Mehle, im ganzen 18, zu Versuchen verwandt.

Es folgen nun zunächst die Versuchsprotocolle, nicht nach ihrer chronologischen Reihenfolge, sondern die Brote nach der Güte der Mehle geordnet.

Versuchsprotocolle.

Brot 1 aus Mehl 1,

dem Mehl der Schrotung des ganzen Korns.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-Person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Romberg	2000	1280	92,42	20,21	13,18	12,42	1141,77
Thomas	2000	1280	92,42	20,21	13,18	12,42	1141,77

Ausgabe in Gramm.

Versuchsperson	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Romberg	250	73,18	28,42	6,48	8,58	29,70
Thomas	300	74,85	28,00	11,37	10,15	25,33

Verlust in Procent.

Versuchsperson	Trockensubstanz	Proteïne	Asche	Rest
Romberg	5,72	30,75	65,10	2,60
Thomas	5,85	30,30	77,01	2,22

Romberg, cand. med., mittelkräftig gebaut, 22 Jahre alt, 68 kg schwer, schon mehrfach vorher mit Ausnützungsversuchen beschäftigt, kein Kohlehydratesser.

25. II. 95. 2 l Milch, 0,25 kg Holländerkäse. Letzte Milch Nachmittag 5 Uhr.

26. II. Erstes Brot um ½11 Uhr Vormittags. Das Brot ist ausserordentlich weiss und schön, es hat den Geschmack des Weizenweissbrodes. Mittags etwas Vormilchkoth und heller Milchkoth.

27. II. Etwas weicher Milchkoth.

28. II. Weicher Milchkoth, 50 g Versuchskoth, die Abgrenzung gelingt gut. Letztes Brot Nachmittags 5 Uhr.

1. III. Milch und Käse von 11 Uhr Vormittags an. 50 g Versuchskoth.

2. III. 150 g fester Versuchskoth, dann mit guter Abgrenzung Milchkoth.

Thomas, stud. med. 20 Jahre alt, kräftig gebaut, 72 kg schwer. Isst zu gleicher Zeit und dasselbe Brot, wie Romberg.

25. II. Milch etc. Letzte Milch Nachmittags ½6 Uhr.

26. II. Erstes Brot 11 Uhr Vormittags; Vormilchkoth, Milchkoth.

27. II. Milchkoth, 50 g Versuchskoth mit guter Abgrenzung.

28. II. 100 g Versuchskoth. Letztes Brot um 6 Uhr Abends.

1. III. Milch etc. von 11 Uhr Vormittags ab.

2. III. 150 g Versuchskoth, gute Abgrenzung.

Brot 6 aus Mehl 6

der ersten Griesvermahlung. Das Brot ist sehr weiss und sehr gut. Förster beginnt den Versuch einen Tag später als Henseler; der Wassergehalt des Förster'schen Brotes wurde besonders bestimmt und so erklären sich die etwas niedrigeren Zahlen der Einnahme.

Einnahme in Gramm:

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Heuseler	2000	1248,6	129,11	13,53	16,86	12,86	1076,24
Förster	2000	1247,0	128,94	13,52	16,83	12,84	1074,87

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Heuseler	250	63,02	22,30	8,93	11,27	18,65
Förster	360	60,38	27,10	8,23	6,49	32,46

Verlust in Procent.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest
Heuseler	5,05	17,27	66,84	1,81
Förster	4,84	20,95	38,56	1,74

Heuseler, cand. med. 22 Jahre alt, kräftig gebaut, 72,5 kg schwer, sehr guter Kohlehydratesser, viel bei Ausnutzungsversuchen beteiligt.

21. I. 95. Milch etc. bis 8 Uhr Abends.

22. I. Brot von 2 Uhr Nachmittags an.

23. I. Vormilchkoth, fester und weicher Milchkoth.

24. I. Letztes Brot um 7 Uhr Abends.

25. I. Milch etc. von 1/21 Uhr Mittags an. Wenig Milchkoth.

26. I. Mit ziemlich guter Anfangsabgrenzung Nachmittags 40 g, Abends 190 g, Versuchskoth.

27. I. Leidliche Schlussabgrenzung. 20 g frischer Versuchskoth. Wie sichtlich, ist dies einer der Fälle mit stark verzögerter Defaecation. Das Brot wird am 22. I. gegessen, der (sehr wasserarme) Koth dazu fällt auf den 26. I., also den 5. Tag. Dementsprechend findet sich auch eine vorzügliche Ausnutzung. Wer auch sonst viel Kohlehydrate, besonders Brod und Kartoffeln, isst, hat während der Brotausnutzungsversuche einen langsamen Stuhlgang und nutzt das betreffende Brot gut aus.

Förster, cand. med. 23 Jahre alt, kräftig gebaut, 72 kg schwer.

22. I. Milch etc. bis 6 Uhr Abends.

23. I. Erstes Brot um 11 Uhr Vormittags. Vormilchkoth, guter Milchkoth.

24. I. Bei geringen Leibschmerzen tritt Diarrhöe ein. Wie in vielen Fällen, wo die Diarrhöe 48 Stunden nach dem Milchtag eintritt, finden sich auch hier in dem weichen, sauer riechenden und stark sauer reagirenden Brotkoth dicke, ganz harte Klumpen von Milchkoth, die eine wenn auch nicht ideale, so doch leidliche Abgrenzung erlauben. 100 g frischer Versuchskoth.

25. I. 40 g frischer, fester Koth. Letztes Brod Nachmittags um 5 Uhr.

26. I. Milch etc. von 12 Uhr Mittags ab. Sie wird langsam und erwärmt getrunken, es tritt nicht wieder Neigung zum Durchfall ein, sondern im Gegentheil etwas Stuhlverhaltung. Frischer Koth 40 g.

27. 20 g }
28. 60 g } frischer Versuchskoth. Gute Abgrenzung, die Kothe der letzten Tage waren sehr fest und wasserarm.

Brot 7 aus Mehl 7.

Mehl der 2. Griesvermahlung. Gutes weisses Brot.

Einnahme in Gramm.

Versuchsperson	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	reine Asche	Na Cl	Rest
Biermann	2000	1278,2	137	5,88	20,32	10,61	1104,39
Otterbach	2000	1203,6	127,7	10,01	14,92	6,98	1043

Ausgabe in Gramm.

Versuchsperson	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Biermann	370	95,74	40,42	12,74	10,12	32,46
Otterbach	320	63,65	27,85	5,47	7,18	23,15

Verlust in Procent.

Versuchsperson	Trockensubstanz	Proteïne	Asche	Rest
Biermann	7,49	29,50	49,79	2,94
Otterbach	5,22	21,81	48,12	22,2

Biermann, stud. med. 22 Jahre alt, 80 kg schwer, kräftig gebaut, kein Kohlehydrat-, sondern Fleischesser.

26. XI. 94. Milch etc. bis Abends 5 Uhr.

27. Brot von 11 Uhr Vormittags an; Vormilchkoth.

28. Milchkoth.

29. Gute Abgrenzung, 60 g frischer Versuchskoth, letztes Brot Abends 5 Uhr.

30. Milch etc. von 12 Uhr Mittags ab. 20 g Versuchskoth.

1. XII. 290 g Versuchskoth, gute Abgrenzung.

Der zu gleicher Zeit gemachte Parallelversuch musste wegen schlechter Abgrenzungen gestrichen werden. Später wurde neu gebacken und der Versuch wiederholt.

Otterbach, einj. freiw. Militärapotheker im Laboratorium, 25 Jahre alt, ziemlich kräftig, 67 kg schwer. Geniesst auch sonst überwiegend und mit grosser Vorliebe Brotkost.

4. III. 95, Milch etc. bis 3 Uhr Nachmittags.

5. Erstes Brot um 10 Uhr Vormittag. Vormilchkoth, Milchkoth.

7. Gute Abgrenzung, 200 g Versuchskoth. Letztes Brot Nachmittags 6 Uhr.

8. Milch etc. von 11 Uhr Vormittags ab. 70 g Versuchskoth.

9. Abends gute Abgrenzung. 50 g Versuchskoth.

Hier, wie auch noch später manchmal, ist der Einfluss der Gewohnheit, ob jemand vorwiegend von Brot oder Fleisch sich nährt, ausserordentlich deutlich. Biermann zeigt einen Verlust der Trockensubstanz von 7,49%, Otterbach nur von 5,22%.

Unserer Mehlclassifikation nach folgen jetzt Mehl 8,9 und 2 mit ziemlich gleichem Aschegehalt. Versuche mit 8 und 9 wurden ausgelassen oder wegen einiger Ungenauigkeiten gestrichen. In die Reihe der Mehle der Griesvermahlungen schiebt sich hier Mehl 2, das der ersten Schalenvermahlung ein.

Brot 2 aus Mehl 2.

Mehl und Brot haben ungefähr das Aussehen und auch den Aschegehalt von Mehl und Brot 7.

Einnahme in Gramm.

Versuchsperson	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Romberg	2000	1265,6	138,46	15,81	17,97	7,72	1085,64
Otterbach	2000	1342,4	146,86	16,78	19,06	8,19	1151,51

Ausgabe in Gramm.

Versuchsperson	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Romberg	400	93,83	36,85	7,14	11,11	38,73
Otterbach	320	69,76	27,21	8,37	11,31	22,87

Verlust in Procent.

Versuchsperson	Trockensubstanz	Proteïne	Asche	Rest
Romberg	7,41	26,61	61,82	3,57
Otterbach	5,20	18,53	59,34	1,99

Romberg, s. Versuch 1.

11. III. 95. Milch etc. bis Nachmittags 4 Uhr.

12. Brot von 10 Uhr Vormittags an. Abends Milchkoth.

13. Gute Abgrenzung, 85 g Versuchskoth.

14. 150 g Versuchskoth. Letztes Brot Nachmittags 5 Uhr.
15. Milch etc. von 12 Uhr ab. 100 g Versuchskoth.
16. Abends gute Abgrenzung. 65 g Versuchskoth.

Otterbach, s. Versuch 7., der diesen Versuch mitmachen sollte, war in der Woche vom 11.—16. III. verhindert Wir benutzten die Gelegenheit, das Brod liegen zu lassen und auf Abnahme des Wassergehalts zu prüfen. Es ergab sich, dass der Wassergehalt vom 12.—20. III. von 36,72% auf 32,88% sank Das Brot, das durch das Liegenbleiben nichts als Wasser verloren hatte, wurde wie üblich zum Versuche verwandt.

19. III. 95. Milch etc. bis 3 Uhr Nachmittags.
20. Brot von 10 Uhr Vormittags ab, Vormilchkoth.
21. Gute Abgrenzung. 65 g Versuchskoth.
22. Letztes Brot um 4 Uhr Nachmittag. 125 g Versuchskoth.
23. Milch etc. von 10 Uhr Vormittags an.
25. Gute Abgrenzung, 130 g Versuchskoth.

Auch bei diesem Versuche wieder ziemlich starker Unterschied in der Ausnutzung, 7,41 und 5,20% Verlust in der Trockensubstanz.

Nunmehr folgen Mehl 10, 11, 12, 3, 13, 14, 15, 16, 4. Davon wurden 10, 15, 16, und 4 in Doppel-, 12 und 13 in einfachen Versuchen untersucht, 11, 3 nnd 14 ausgelassen.

Brot 10 aus Mehl 10.

5. Griesvermahlung. Das Brot entspricht nach seinem Aussehen den gewöhnlichen Berliner Roggenbroten mit Zusatz von etwas Weizenmehl.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Romberg	2000	1211	143,02	2,91	13,20	6,18	1045,69
Thomas	2000	121,1	143,02	2,91	13,20	6,18	1045,69

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Romberg	665	115,13	45,34	6,60	12,08	51,11
Thomas	390	87,14	36,22	8,94	11,12	30,86

Verlust in Procent.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest
Romberg	9,51	31,70	91,52	4,89
Thomas	7,19	25,83	84,24	2,95

Romberg, s. Versuch 1.

10. XII. 94. Milch etc. bis 5 Uhr Abends.

11. Brot von 11 Uhr Vormittags an.

12. Abgrenzung gut. 90 g frischer Versuchskoth. Spät Abends starkes Leibschneiden und Anwandlung von Diarrhöe. Das oft erprobte Mittel des Hinlegens und sich warm Zudeckens hilft nicht, 235 g diarrhöischer Versuchskoth.

13. 220 g sehr weicher, stark saurer Koth. Letztes Brot 6 Uhr Abends.

14. Milch von 12 Uhr Vormittags an, langsam und warm getrunken, 2 Glas Grog von Rum.

15. Sehr gute Schlussabgrenzung, 120 g frischer Versuchskoth.

Thomas, s. Versuch 1.

10. XII. 94. Milch etc bis 5 Uhr Nachmittags.

11. Brot von 11 Uhr ab, Vormilchkoth.

12. Milchkoth.

13. Leidliche Abgrenzung, 90 g Versuchskoth. Letztes Brot Abends 6 Uhr.

14. Milch etc. von 11 Uhr Vormittags an. 100 g Versuchskoth.

15. Gute Abgrenzung, 200 g Versuchskoth

Die Folgen der Diarrhöe bei Romberg sind schlechtere Ausnutzung der Trockensubstanz, 9,51—7,19%, hinreichend erklärt durch das zu schnelle Hindurchgehen des Brotes durch den Darm, und ausserordentlich starker Ascheverlust, 91,52%.

Brot 12 aus Mehl 12.

7. Griesvermahlung. Das Brot ist schon ziemlich dunkel.

Einnahme in Gramm.

Versuchsperson	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Wilm	2000	1092,2	138,05	12,18	16,06	10,38	915,53

Ausgabe in Gramm.

Versuchsperson	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Wilm	400	87,79	39,37	10,33	10,11	27,98

Verlust in Procent.

Versuchsperson	Trockensubstanz	Proteïne	Asche	Rest
Wilm	8,04	28,52	62,95	3,06

Wilm, stud. med., kräftig, 85 kg schwer, 22 Jahre alt, isst gern und viel Brot.

29. I. 95. Milch etc. bis Abends 6 Uhr.

30. Brot von 11 Uhr Vormittags ab. Vormilchkoth.

31. Milchkoth.

1. II. Gute Abgrenzung, 240 g frischer Versuchskoth. Letztes Brot Abends 5 Uhr.

2. II. Milch etc. von Vormittags 11 Uhr ab. 80 g Versuchskoth.

4. II. Gute Abgrenzung, 180 g Versuchskoth.

Brot 13 aus Mehl 13.

8. Griesvermahlung. Dunkles, sehr durchgebackenes Brot.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Bardey	2000	1268	183,10	3,68	27,01	13,44	1040,77

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Bardey	600	138,70	56,74	8,56	18,71	54,70

Verlust in Procent.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest
Bardey	10,94	30,79	69,27	5,26

Bardey, cand. med., 23 Jahre alt, sehr gross und kräftig, 90 kg schwer.

17. XII. 94. Milch etc. bis 6 Uhr Abends.

18. Brot von 11 Uhr Vormittags an.

19. Vormilchkoth, etwas Milchkoth. Nachts Diarrhöe, im dünnen Brotkoth die typischen und festen Milchknollen. Die Abgrenzung ist als leidlich gelungen anzusehen. 145 g dünner Versuchskoth.

20. 215 g ziemlich dünner Versuchskoth. Letztes Brod Abends 6 Uhr.

21. Milch von 11 Uhr Vormittags an, 2 Glas Grog.

22. Gute Abgrenzung, 240 g Versuchskoth.

Die Versuche mit dem nun folgenden Brot 15 machten viele Schwierigkeiten. Das erste gebackene Brot war so feucht und sauer, dass beide mit ihm angestellte Versuche wegen Diarrhöen, die die Abgrenzungen unmöglich machten, getrichen werden mussten. Nach weiteren Backversuchen gelang es uns, durch längeres Verbacken in kleine Brote doch noch ein essbares, wenn auch saures Brot herzustellen. Von den drei mit diesem Brot angestellten Versuchen musste noch einer wegen schlechter Schlussabgrenzung ausgeschieden werden, es bleiben nur die beiden

folgenden übrig und auch bei diesen konnte die eigentliche Versuchsdauer nur 2 Tage betragen, weil sich beim Versuche vielfache Beschwerlichkeiten ergaben.

Brot 15 aus Mehl 15.

10. Griesvermahlung.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Heuseler	1470	947,12	163,64	17,07	15,72	22,60	728,09
Biermann	1524	981,91	169,67	17,67	16,30	23,37	754,90

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Heuseler	550	124,32	42,32	11,30	17,08	53,62
Biermann	430	101,97	38,15	7,03	7,70	49,09

Verlust in Procent.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest
Heuseler	13,13	25,86	—	7,36
Biermann	10,39	22,49	47,74	6,50

Heuseler, s. Versuch 6,

9. VIII. 95. Milch etc. bis 6 Uhr Abends.

10. Brod von 10 Uhr Vormittags an. Vormilchkoth.

11. Das Brot schmeckt sehr sauer und macht starke Leibschmerzen Mit guter Abgrenzung 220 g Brotkoth. Dieser Koth ist für Heuseler, der sonst immer ganz festen Koth producirt, sehr dünn. Letztes Brod 7 Uhr Abends. Der Brotgenuss fällt sehr schwer.

12. Milch etc. von 12 Uhr Mittags ab. 140 g dünner Versuchskoth.

14. Abgrenzung, 190 g Versuchskoth.

Die dünne, fast diarrhoische Beschaffenheit des Versuchskothes bei einem Mann, der sonst fast an Verstopfung leidet und immer harten Stuhlgang hat, giebt die Erklärung dafür, dass er diesmal schlechter als Biermann in der Trockensubstanz ausnutzte und im Kothe mehr Asche ausschied, als er mit der Nahrung eingenommen hatte. Denn diarrhoische Stühle sind besonders aschehaltig und so zeigt sich auch bei Romberg, Versuch 10, nach diarrhoischen Entleerungen ein Verlust durch den Koth in der Asche von 91%.

Biermann, s. Versuch 7.

9. VII. 95. Milch etc. bis 5 Uhr Abends.

10. Brot von 10 Uhr ab, Vormilchkoth, schöner Milchkoth

11. Gute Abgrenzung. 110 g Versuchskoth. Das Brod schmeckt gleichfalls sehr sauer, wird aber besser, als von H. vertragen. Trotzdem auch hier schon am zweiten Tage letztes Brot um 5 Uhr Nachmittags.

12. Milch etc von 10 Uhr ab. 200 g Versuchskoth.

13. Abends gute Abgrenzung. 120 g Versuchskoth.

Brot 16 aus Mehl 16.

11. Griesvermahlung. Dieses Brot, das ganz im Anfang der Arbeit gegessen wurde, war zwar sehr dunkel — ungefähr von Commisbrotfarbe — aber merkwürdiger Weise gleich beim ersten Backen gut gerathen und verhältnismässig leicht zu geniessen.

Einnahme in Gramm.

Versuchsperson	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Heuseler	2000	1203,4	205,30	7,70	33,94	10,59	945,87
Förster	2000	1203,4	205,30	7,70	33,94	10,59	945,87

Ausgabe in Gramm.

Versuchsperson	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Heuseler	400	145,32	42,91	9,62	16,73	76,04
Förster	520	152,6	53,41	9,34	17,27	71,58

Verlust in Procent.

Versuchsperson	Trockensubstanz	Proteïne	Asche	Rest
Heuseler	12,08	20,90	44,29	8,05
Förster	12,98	26,01	50,88	7,57

Heuseler, s. Versuch 6.

17. XII. 94. Milch etc. bis 6 Uhr Abends.

18. Brot von 11 Uhr ab, Vormilchkoth, Milchkoth.

19. Abends gute Abgrenzung, 40 g frischer Versuchskoth.

20. Letztes Brot um 5 Uhr Nachmittags.

21. Milch etc von 11 Uhr Vormittags an, 200 g Versuchskoth.

23. Gute Abgrenzung, 160 g Versuchskoth.

Förster, s. Versuch 6.

17. XII. Milch etc. bis 6 Uhr Abends.

18. Brot von 11 Uhr Vormittags an.

19. Guter Milchkoth.

20. Gute Abgrenzung, 80 g Versuchskoth, letztes Brot um 5 Uhr Abends
21. Milch etc. von 11 Uhr Vormittags an. 190 g Versuchskoth.
22. Abends gute Abgrenzung, 250 g Versuchskoth.

Dieser Versuch gibt so gut übereinstimmende Resultate, weil hier zwei in ihrer Constitution und Nahrungsgewohnheit sehr gut zu einander passende Menschen verglichen werden.

Brot 4 aus Mehl 4.

3. Schalenvermahlung. Das Brot bei dem ersten Versuch im November 1894 war ziemlich feucht, konnte aber noch ganz gut gegessen werden. Das Brot des zweiten Versuchs im November 1895 war zwar dunkel, aber trocken und durchgebacken. So erklärt sich auch die etwas zu schlechte Ausnutzung im Versuch von Romberg.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Romberg	2000	1223,8	219,55	11,87	35,37	15,42	941,59
Biermann	1700	1099,39	156,33	6,27	28,36	5,61	902,82

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Romberg	1020	203,65	66,37	10,51	26,56	100,21
Biermann	540	141,15	46,30	13,56	17,98	63,31

Verlust in Procent.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest
Romberg	16,64	30,30	75,09	10,64
Biermann	12,83	29,62	63,39	7,01

Romberg, s. Versuch 1.
12. XI. 94 Milch etc. bis 5 Uhr Abends
13. Erstes Brot Morgens 11 Uhr. Es wurde der Versuch gemacht, ob die von v. Noorden[1]) angegebene Kohle-Abgrenzung brauchbar ist. Mit dem ersten Brot wurden drei Esslöffel der Schüttelmixtur:

Carbo vegetab.
Mucil. gummi arab. aa 15,0
Ap. menth. pip. 60,0

getrunken.

1) v. Noorden, Beiträge zur Lehre vom Stoffwechsel.

14. Milchabgrenzung gut. Die Kohleabgrenzung stimmt durchaus nicht. Die Kohleteilchen sind nämlich zum grössten Teil weit vorn im Milchkoth, also sind sie dem Brodkoth, den sie bezeichnen sollen, vorgewandert. Bei einem inzwischen gestrichenen Parallelversuch war dasselbe Vorwandern der Kohlepartikelchen ebenfalls deutlich zu bemerken. 285 g grüner Versuchskoth. Oben ist bereits auf die wahrscheinliche Erklärung dieses Phaenomens hingewiesen worden.

15. Letztes Brot Abends 6 Uhr.

16. Milch von Vormittag 11 Uhr an, mit der ersten Milch drei Löffel Kohlemixtur Abends 375 g gelber weicher Versuchskoth; von der mit der ersten Schlussmilch genossenen Kohle schon wieder Partikel im Versuchskoth.

17. 175 g gelber Versuchskoth.

18. Gute Milchabgrenzung, 470 g Versuchskoth mit Kohle durchsät.

Schon früher war im Laboratorium beobachtet worden, dass z. B. Preisselbeeren, die man zum Zweck der Abgrenzung von Kothen gab, sich im Stuhlgang viel weiter vorn fanden, als sie gegessen waren. So schade es um diese bequeme Art der Abgrenzung ist, so wird man dennoch vorläufig nicht auf die zwei beschwerlichen Milchtage verzichten dürfen.

Als Parallelversuch wurde ein Jahr später mit neugebackenem Brot Mehl 4 zum zweiten Mal untersucht.

Biermann, s. Versuch 7.

18. XI. 95. Milch etc. bis 5 Uhr Nachmittags.
19. Erstes Brot um 10 Uhr. Vormilchkoth.
20. Milchkoth, mit guter Abgrenzung 30 g Versuchskoth.
21. Letztes Brot um ½6 Uhr Abends.
22. Milch etc. von 10 Uhr an. 20 g Versuchskoth.
23. 190 g Versuchskoth.
24. Gute Abgrenzung, 120 g Versuchskoth.

Nun begann die grosse Noth; wir konnten mit den schlechten Mehlen kein Brot mehr backen. Ganz schwarze, nasse, auseinander geplatzte Kuchen kamen aus dem Backofen heraus, und wenn sie auch 3 Stunden darin gewesen waren. Bei den vielen Versuchen, doch zu backen, kam wenig heraus; von den nicht gar zu schlecht gerathenen Broten wurden 2 gegessen und der Versuch durchgeführt, das eine von einem meiner grossen Brotesser, der es 2 Tage lang noch gerade geniessen konnte, das andere von mir, um zu sehen, wie denn solch eigentlich noch roher und unverbackener Brotteig ausgenutzt wird.

Brot 17 aus Mehl 17.

12. Griesvermahlung. Das Brot ist in kleinem Format stark und lange verbacken, aber innen noch sehr feucht.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	NaCl	Rest
Förster	1340	817	130,48	6,09	20,24	4,97	655,22

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Förster	600	127,24	40,92	4,56	9,91	71,85

Verlust in Procent.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest
Förster	15,58	31,36	48,96	10,96

Förster, s. Versuch 6.

15. VII. 95. Milch etc. bis 5 Uhr Abends.

16. Brot von Mittags 12 Uhr. Vormilchkoth. Milchkoth. Starke Leibschmerzen.

17. Im dünnen Versuchskoth die üblichen Milchknollen. Die Abgrenzung gelingt deshalb ganz gut. 225 g Versuchskoth. Letztes Brot Nachmittags 4 Uhr.

18. Milch etc. von 10 Uhr ab. Die Milch wird erwärmt getrunken, dazu 2 Glas Grog. 300 g Versuchskoth.

19. Gute Abgrenzung, 75 g Brodkoth

Es ist erstaunlich, was ein guter Magen und Darm mit noch so schlechtem Brot anzufangen weiss. Die Ausnützung dieses Brotes von Förster ist sogar noch besser als die von Brot 16 durch R., der sich allerdings eines so guten Darmes nicht rühmen kann.

Brot 18 aus Mehl 18.

13. Griesvermahlung. Das Brot ist aus dem zweitschlechtesten Mehl hergestellt und auch dementsprechend ausgefallen. Es ist bei einer Backzeit von fast 3 Stunden vollständig feucht, die Kruste stark zerrissen.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	NaCl	Rest
Romberg	913	576,09	99,55	10,48	13,71	7,26	445,09

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-personen	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Romberg	665	166,23	50,73	7,83	12,86	94,81

Verlust in Procent.

Versuchs-personen	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest.
Romberg	28,86	50,96	93,80	20,83

15. I. 95. Milch etc bis Abends 5 Uhr.

16. Brod von 11 Uhr Vormittags. Vormilchkoth, Milchkoth. Sehr starke Leibschmerzen und kolikartige Anfälle. Wegen der Anwandlung von Diarrhöe 2 Glas Grog.

17. Mit guter Abgrenzung Vormittags 110 g Brotkoth, Nachmittags 145 g. Der Koth ist stark sauer und hat genau das Aussehen des verzehrten Brodes. Letztes Brot um $^3/_4$6 Uhr Abends.

18. Morgens 380 g Versuchskoth. Erste Milch etc. um $^1/_2$12 Uhr Mittags.

19. Mit guter Abgrenzung 30 g Brotkoth.

Als »Brot«-Ausnützungsversuch hat dieser Versuch natürlich eigentlich keinen Werth. Aber es ist doch ganz interessant, die ungeheuren Verluste im Koth bei diesem Brot zu betrachten.

Um nun über den relativen Werth dieser Mehle bezüglich ihrer Ausnutzung doch noch in's Klare zu kommen, versuchte ich auf Veranlassung des Herrn Oberstabsarztes Dr. Plagge einen anderen, indirecten Weg einzuschlagen. Ich liess Mehl zu gleichen Theilen aus einer besseren Sorte mit bekannter Ausnutzungsziffer und der zu untersuchenden mischen. Wir wählten Mehl 6 und 18.

x gibt die gesuchte Ziffer an, mit der (Trockensubstanz, Proteïne, Asche und Rest von) 18 ausgenutzt wird. a gibt diese (bereits aus früheren Versuchen bekannten) Zahlen für Mehl 6 an; n die in einem Versuche mit dem Mischmehl 6 und 18 gefundenen Zahlen. Dann muss $n = \frac{a + x}{2}$ sein, also

$$x = 2n - a.$$

Dem Backen mit solchem Mischmehl, natürlich unter immer denselben Bedingungen, standen keinerlei Schwierigkeiten entgegen. So ergab sich denn Folgendes:

Brot 6 und 18 aus Mischmehl 6 und 18.

Die beiden Mehle, zu genau den gleichen Theilen gemischt, geben ein dunkles, gutes Brot.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Romberg	1820	1197,6	146,70	9,70	18,44	15,09	1007,67
Heuseler	1820	1197,6	146,70	9,70	18,44	15,09	1007,67

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Proteïne	Fett	Asche	Rest
Romberg	540	136,8	45,66	8,52	13,79	68,83
Heuseler	400	123,6	42,44	6,09	10,24	64,83

Verlust in Procent.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest
Romberg	11,42	31,13	74,78	6,83
Heuseler	10,32	28,93	55,53	6,43

Romberg, s. Versuch 1.

12. VIII. 95. Milch etc. bis 5 Uhr Abends.

13. Brot von Vormittag 11 Uhr. Abends Milchkoth.

14. Mit guter Abgrenzung 220 g frischer Versuchskoth.

15. 100 g Brotkoth. Wegen starker Beschäftigung konnten in den 3 Tagen nur 1820 g frisches Brot gegessen werden. Letztes Brot um 6 Uhr Abends.

16. Milch etc. von 11 Uhr ab.

18. Mit sehr schöner Abgrenzung 220 g Versuchskoth.

Heuseler, s. Versuch 6.

12. VIII. 95. Milch etc. bis 5 Uhr Nachmittag.

13. Brot von 11 Uhr ab.

14. Michkoth.

15. Abgrenzung, 50 g Versuchskoth. Letztes Brot um 5 Uhr.

16. Milch etc. von ½12 Uhr ab. 120 g Brotkoth.

18. Gute Abgrenzung 190 g Versuchskoth.

Für die Umrechnung auf Mehl 18 wollen wir die Ausnutzung von Mehl 6 nach dem Durchschnitt folgendermaassen annehmen:

Verlust in Procent.

Trockensubstanz	Proteïne	Asche	Rest
4,95	19,11	52,70	1,78

Danach ergibt sich auf Grund der oben entwickelten Formel $x = 2n - a$ die Ausnutzung von Brot aus Mehl 18 folgendermaassen:

Verlust in Procent.

Versuchsperson	Trockensubstanz	Proteïne	Asche	Rest
Romberg	17,89	43,15	96,86	11,88
Heuseler	15,69	38,75	58,36	11,08

Wenn diese Art der Berechnung auch einige Fehlerquellen in sich schliesst, so sind die Zahlen doch, vielleicht mit Ausnahme der Aschezahlen, in dem Rahmen der Arbeit recht gut zu gebrauchen und haben jedenfalls wohl mehr Berechtigung, als die in dem obigen Versuch direct ermittelten. Auch entspricht der Versuch insofern mehr den thatsächlichen Verhälthältnissen, als es sich in der Praxis ja fast niemals um so schlechte Kleiemehle für sich allein, wohl aber gerade um den grösseren oder geringeren Zusatz (oder Auszug!) von Kleie zu gutem Mehl handelt.

Das noch schlechtere Mehl 5 von der 4. Schalenvermahlung konnte leider nicht mehr untersucht werden.

Von den 18 aus den Sichtemaschinen entnommenen Mehlen haben wir also 12 und ein Mischmehl untersucht. Die Tabellen über die Resultate stellen wir nachher zusammen, zunächst lassen wir noch die Protocolle über die mit den Schütt'schen Verkaufsmehlen angestellten Versuche folgen.

Brot O aus Verkaufsmehl O.

Ein ganz ausserordentlich weisses Brot, dessen Farbe der des Berliner Weizenweissbrotes mindestens gleichkommt.

Einnahme in Gramm.

Versuchsperson	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Romberg	2000	1276,2	103,24	2,83	11,23	12,89	1146,01
Bockhorn	2000	1276,2	103,24	2,83	11,23	12,89	1146,01

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth getrocknet	Proteine	Fett	Asche	Rest
Romberg	260	59,61	25,65	4,75	6,72	22,49
Bockhorn	220	46,35	19,82	4,32	6,50	15,61

Verlust in Procent.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest
Romberg	4,67	24,85	59,84	1,96
Bockhorn	3,63	19,29	57,88	1,36

Romberg, s. Versuch 1.
22. I. 95. Milch etc. bis Abends 5 Uhr.
23. Brot von Mittags ½12 Uhr an. Vormilchkoth, Milchkoth.
24. Sehr gute Abgrenzung. 100 g frischer Versuchskoth
25. 40 g Versuchskoth. Letztes Brot um 7 Uhr.
26. Milch etc. von 12 Uhr an.
27. Gute Abgrenzung, 120 g Brotkoth.

Bockhorn, stud. med., 20 Jahre alt, mittelkräftig, 75 kg schwer.
22. I. 95. Milch etc. bis Abends 7 Uhr.
23. Brot von ½12 Uhr Mittags an. Vormilchkoth
24. und 25. wenig Milchkoth. Letztes Brot um 6 Uhr Abends
26. Milch etc. von 12 Uhr Mittags an. Abgrenzung gut, 40 g Versuchskoth.
27. 100 g Versuchskoth.
28. Gute Abgrenzung, 80 g Versuchskoth.

Die beiden Versuche zeigen eine ausserordentliche, gleichmässig gute Ausnützung. Wir kommen weiter unten darauf zurück.

Brot I aus Verkaufsmehl I.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Proteïne	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest
Romberg	2000	1218,8	113,35	4,35	13,04	14,00	1074,06
Heuseler	2000	1218,8	113,35	4,35	13,04	14,00	1074,06
Skrodzki	2000	1218,8	113,35	4,35	13,04	14,00	1074,06

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Proterne	Fett	Asche	Rest
Romberg	500	103,50	36,23	5,27	11,44	50,56
Heuseler	420	93,31	30,81	4,75	8,09	49,66
Skrodzki	380	77,83	30,31	3,96	10,02	33,54

Verlust in Procent.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Proteïne	Asche	Rest
Romberg	8,49	31,96	87,73	4,69
Heuseler	7,66	27,18	62,04	4,65
Skrodzki	6,39	26,74	76,82	3,11

Romberg, s. Versuch 1.

6. V. 95. Milch etc. bis Abends 7 Uhr.
7. Brot von ½12 Uhr Mittags an. Milchkoth.
8. Gute Abgrenzung, 150 g Brotkoth.
9. 200 g Versuchskoth. Letztes Brot um 4 Uhr Nachmittag.
10. Milch von 10 Uhr an. 30 g Versuchskoth.
11. Gute Abgrenzung, 120 g Brotkoth.

Heuseler, s. Versuch 6.

6. V. 95. Milch etc. bis 7 Uhr Abends.
7. Brot von ½12 Uhr Mittags ab.
8. Milchkoth.
9. Abgrenzung, 30 g Versuchskoth. Letztes Brot Nachmittags ½5 Uhr.
10. Milch von 11 Uhr Vormittags an. 60 g Versuchskoth.
11. 130 g } Versuchskoth
12. 200 g } mit guter Abgrenzung.

Skrodzki, cand. med., 23 Jahre alt, 87 kg schwer, kräftig gebaut.

6. V. 95. Milch etc. bis 7 Uhr Abends.
7. Brot von ½12 Uhr Mittags an. Abends Milchkoth.
8. Milchkoth.
9. Gute Abgrenzung, 70 g Versuchskoth, letztes Brot 8 Uhr Abends.
10. Milch etc. von 12 Uhr Mittags an. Wegen Anwandlungen von Diarrhöe 2 Glas Grog. 200 g Versuchskoth.
11. Abends Abgrenzung, 110 g Versuchskoth.

Brot II aus Verkaufsmehl II.

Sehr dunkles, aber durchgebackenes Brot. Der Versuch fiel sehr schwer und wurde auch nur zwei Tage lang durchgeführt. Der seiner Zeit gemachte Parallelversuch ist wegen schlechter Schlussabgrenzung gestrichen und aus Mangel an Zeit nicht wiederholt worden.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Protëine	Fett	Reine Asche	NaCl	Rest
Romberg	1235	818,8	128,96	10,24	17,28	1,72	660,60

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Protëine	Fett	Asche	Rest
Romberg	540	111,71	39,34	6,14	12,86	35,37

Verlust in %.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Protëine	Asche	Rest
Romberg	13,64	30,51	74,42	8,08

Romberg, s. Versuch 1.
22. VIII. 95. Milch etc. bis 5 Uhr Nachmittags.
23. Brot von 11 Uhr an. Milchkoth.
24. Abgrenzung, 130 g Versuchskoth. Es bestehen starke Leibschmerzen, der Koth ist sehr dünn. Letztes Brot Nachmittag 5 Uhr.
25. Milch etc. von 11 Uhr Vormittag an. 200 g Versuchskoth.
26. Abgrenzung, 210 g Versuchskoth.

Weil das Brot sehr dunkel war und auch nur wenig gegessen wurde[1]), ist die Ausnutzung ziemlich schlecht.

Da voraussichtlich aus dem noch schlechteren Verkaufsmehl III allein doch kein essbares Brot herzustellen gewesen wäre, wurde es zu gleichen Theilen mit Verkaufsmehl 0, wie in dem früheren Mischversuche Mehl 18 mit 6, vermischt und verbacken, um daraus die Ausnutzung von III auf die oben angegebene Weise berechnen zu können.

Brot 0 und III aus Verkaufsmehl 0 und III.

Das Brot ist sehr dunkel.

Einnahme in Gramm.

Versuchs-person	Brot frisch	Brot trocken	Protëine	Fett	Reine Asche	NaCl	Rest
Romberg	1565	934	94,05	8,22	18,03	10,47	803,23
Heuseler	1565	934	94,05	8,22	18,03	10,47	803,23

Ausgabe in Gramm.

Versuchs-person	Koth frisch	Koth trocken	Protëine	Fett	Asche	Rest
Romberg	440	126,14	32,56	6,26	10,52	76,80
Heuseler	350	100,00	28,66	7,78	11,26	52,30

1) Vgl. Rubner, Zeitschr. f. Biol. Bd. XV, S. 154.

Verlust in %.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Protëine	Asche	Rest
Romberg	13,51	34,62	58,35	9,56
Heuseler	10,71	30,48	62,45	6,50

Aeusserer Umstände wegen konnten in den 3 Tagen nicht mehr als 1565 g verzehrt werden.

Romberg, s. Versuch 1.
11. XI. 95. Milch etc. bis 5 Uhr Nachmittags.
12. Erstes Brot ½11 Uhr. Vormilchkoth, Milchkoth.
13. Gute Abgrenzung, 120 g Versuchskoth.
14. Letztes Brot um 5 Uhr Nachmittags.
15. Milch etc. von ½12 Uhr Mittags an. 160 g Versuchskoth.
16. Sehr gute Abgrenzung, 160 g Versuchskoth.

Heuseler, s. Versuch 6.
11. XI. 95. Milch etc. bis 6 Uhr Abends.
12. Erstes Brot um ½11 Uhr Vormittags.
13. Vormilchkoth, Milchkoth.
14. Milchkoth, letztes Brot ½6 Uhr.
15. Milch etc. von ½12 Uhr Mittags an. Gut abgegrenzt, 130 g Brotkoth.
76. 120 g Versuchskoth.
17. Abgegrenzt. 100 g Versuchskoth.

Der procentische Verlust in der Ausnutzung von Brot 0 ist im Durchschnitt:

	Trocken-substanz	Protëine	Asche	Rest
Brot 0	4,15	22,07	53,86	1,66

Die Berechnung für die Ausnutzung von Mehl III ergiebt daher nach der oben entwickelten Formel $x = 2n - a$

Verlust in %.

Versuchs-person	Trocken-substanz	Protëine	Asche	Rest
Romberg	22,87	47,17	57,84	17,46
Heuseler	17,27	38,89	66,04	11,34

Die Unterschiede in der Ausnutzung sind natürlich etwas gross, weil ja die ursprüngliche Differenz verdoppelt wird.

Tabelle IV.

Versuchsgegenstand	Versuchsperson	Einnahme								Ausgabe						Verlust in %			
		Brot frisch	Brot trocken	Wassergehalt	In d. Trockensubst. %					Koth frisch	Koth trocken	In d. Trockensubst. %				Trockensubstanz	Proteine	Asche	Rest
					Proteine	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest			Proteine	Fett	Asche	Rest				
Brot 1	Romberg	2000	1280	36,00	7,22	1,58	1,03	0,97	89,20	250	73,18	38,83	8,86	11,72	40,59	5,72	30,75	65,10	2,60
	Thomas	2000	1280	36,00	7,22	1,58	1,03	0,97	89,20	300	74,85	37,41	1,52	14,90	46,15	5,85	30,30	77,01	2,22
„ 6	Heuseler	2000	1248,6	37,57	10,34	1,08	1,35	1,03	86,20	250	63,02	35,38	1,42	17,89	45,31	5,05	17,27	66,84	1,81
	Förster	2000	1247	37,65	10,34	1,08	1,35	1,03	86,20	260	60,38	44,74	1,36	10,75	43,15	4,84	20,95	38,56	1,74
„ 7	Biermann	2000	1278,2	36,09	10,72	0,46	1,38	0,83	86,40	370	95,74	42,22	13,31	10,57	33,90	7,49	29,50	49,79	2,94
	Otterbach	2000	1203,6	39,82	10,61	0,92	1,24	0,58	86,65	320	63,65	43,75	8,59	11,28	36,38	5,22	21,81	48,12	2,22
„ 2	Romberg	2000	1265,6	36,72	10,94	1,25	1,42	0,61	85,78	400	93,83	39,27	7,61	11,84	41,28	7,41	26,61	61,82	3,57
	Otterbach	2000	1342,4	32,88	10,94	1,25	1,42	0,61	85,78	320	69,76	39,00	1,20	16,21	43,59	5,20	18,53	59,34	1,99
„ 10	Romberg	2000	1211	39,45	11,81	0,24	1,27	0,51	86,17	665	115,13	39,38	5,73	10,49	44,40	9,51	31,76	91,52	4,89
	Thomas	2000	1211	39,45	11,81	0,24	1,27	0,51	86,17	390	87,14	41,56	10,26	12,76	35,42	7,19	25,83	84,24	2,95
„ 12	Wilm	2000	1092,2	45,39	12,64	1,12	1,47	0,95	83,82	400	87,79	44,85	11,77	11,53	31,85	8,04	28,52	62,95	3,06
„ 13	Bardey	2000	1268	36,60	14,44	0,29	2,13	1,06	82,08	600	138,7	40,91	6,17	13,49	39,43	10,94	30,99	69,27	5,26
„ 15	Heuseler	1470	947,12	35,57	17,28	1,80	2,38	1,15	77,39	550	124,32	34,13	9,09	13,74	43,04	13,13	25,86	—	7,36
	Biermann	1524	981,91	35,57	17,28	1,80	2,38	1,15	77,39	430	101,97	37,41	6,97	7,56	48,06	10,39	22,49	47,24	6,50
„ 16	Heuseler	2000	1203,4	39,83	17,06	0,64	2,82	0,88	81,22	400	145,32	29,53	6,62	11,51	52,34	12,08	20,90	44,29	8,05
	Förster	2000	1203,4	39,83	17,06	0,64	2,82	0,88	81,22	520	152,60	35,00	6,12	11,29	47,59	12,98	26,01	50,88	7,57
„ 4	Romberg	2000	1223,8	38,81	17,94	0,97	2,89	1,26	76,94	1020	203,65	32,59	5,16	13,04	49,21	16,64	30,30	75,09	10,64
	Biermann	1700	1099,4	35,32	14,22	0,57	2,58	0,51	82,12	540	141,15	32,80	9,61	12,74	44,85	12,83	29,62	63,39	7,01

Brot 17	Förster	1340	817	39,03	15,97	0,75	2,84	0,61	80,19	600	127,24	32,16	3,59	7,58	56,67	15,58	31,36	48,96	10,96
Brot 18																17,89	43,15	96,86	11,88
indirect bestimmt																15,69	38,75	58,36	11,08
Brot 18 direct	Romberg	913	576,09	32,71	17,28	1,82	2,38	1,26	77,26	665	166,23	30,52	4,71	7,74	57,08	28,86	50,96	93,80	20,83
Brot 0	Romberg	2000	1276,2	36,64	8,09	0,22	0,88	1,01	88,80	260	59,61	43,20	7,98	11,27	37,55	4,67	24,85	59,84	1,96
	Bockhorn	2000	1276,2	36,64	8,09	0,22	0,88	1,01	88,80	220	46,35	43,20	9,33	13,85	33,62	3,63	19,29	57,88	1,36
Brot I	Romberg	2000	1218,8	39,06	9,30	0,36	1,07	1,15	88,12	500	103,50	35,00	5,09	11,05	48,86	8,49	31,96	87,73	4,69
	Heuseler	2000	1218,8	39,06	9,30	0,36	1,07	1,15	88,12	420	93,31	33,02	8,67	8,53	49,78	7,66	27,18	62,04	4,65
	Skrodzki	2000	1218,8	39,06	9,30	0,36	1,07	1,15	88,12	380	77,83	38,94	11,27	12,87	37,92	6,39	26,74	76,82	3,11
Brot II	Romberg	1235	818,8	33,70	15,75	0,45	2,11	0,21	81,48	540	111,71	35,22	5,50	11,67	47,61	13,64	30,51	74,42	8,08
Brot III indirect bestimmt	Romberg															22,87	47,17	57,84	17,46
	Heuseler															17,27	38,89	66,04	11,34
Brot 6 + 18 aus Mischmehl 6+18	Romberg	1828	1197,6	34,20	12,25	0,81	1,54	1,26	84,14	540	136,8	32,38	6,23	10,08	51,31	11,42	31,13	74,78	6,83
	Heuseler	1828	1197,6	34,20	12,25	0,81	1,54	1,26	84,14	400	123,6	34,34	4,93	8,28	52,45	10,32	28,93	55,53	6,48
Brot 0 + III aus Mischmehl 0+III	Romberg	1565	934	40,32	10,07	0,88	1,93	1,12	86,00	440	126,14	25,81	4,96	8,34	60,89	13,51	34,62	58,35	9,56
	Heuseler	1565	934	40,32	10,07	0,88	1,93	1,12	86,00	350	100,00	28,66	7,78	11,26	52,30	10,71	30,48	62,45	6,50

Tabelle V

Untersuchungsgegenstand	Versuchsperson	Aufnahme in g							Ausgabe in g					Verlust in %			
		Verzehrte Menge	Trockensubstanz	Proteine	Fett	Reine Asche	Na Cl	Rest	Trockensubstanz	Proteine	Fett	Asche	Rest	Trockensubstanz	Proteine	Asche	Rest
Brot 1	Romberg, 25.2—1.3	2000	1280	92,42	20,21	13,18	12,42	1141,77	73,18	28,42	6,48	8,58	29,70	5,72	30,75	65,10	2,60
Mehl 1	Thomas, 25.2—1.3	2000	1280	92,42	20,21	13,18	12,42	1141,77	74,85	28,00	11,37	11,15	25,33	5,85	30,30	77,01	2,22
Brot 6	Heuseler, 21.—25. I	2000	1248,6	129,11	13,53	16,86	12,86	1076,24	63,02	22,30	8,93	11,27	19,52	5,05	17,27	66,84	1,81
Mehl 6	Förster, 22—26. I	2000	1247	128,94	13,52	16,83	12,84	1074,87	60,38	27,01	8,23	6,49	18,65	4,84	20,95	38,56	1,74
Brot 7	Biermann, 26.-30.XI	2000	1278,2	137	5,88	20,32	10,61	1104,39	95,74	40,42	12,74	10,12	32,46	7,49	29,50	49,79	2,94
Mehl 7	Otterbach, 4.—8. III	2000	1203,6	127,70	11,01	14,92	6,98	1043	63,65	27,85	5,47	7,18	23,15	5,22	21,81	48,12	2,22
Brot 2	Romberg, 11.-15. III	2000	1265,6	138,46	15,81	17,97	7,72	1085,64	93,83	36,85	7,14	11,11	38,73	7,41	26,61	61,82	3,57
Mehl 2	Otterbach, 19.-23. III	2000	1342,4	146,86	16,78	19,06	8,19	1151,51	69,76	27,21	8,37	11,31	22,87	5,20	18,53	59,34	1,99
Brot 10	Romberg, 10.-14 XII	2000	1211	143,02	2,91	13,20	6,18	1045,69	115,13	45,34	6,60	12,08	51,11	9,51	31,70	91,52	4,89
Mehl 10	Thomas, 10-14. XII	2000	1211	143,02	2,91	13,20	6,18	1045,69	87,14	36,22	8,94	11,12	30,86	7,19	25,83	84,24	2,95
Brot 12 **Mehl 12**	Wilm, 29.1—1. II	2000	1092,2	138,05	12,18	16,06	10,38	915,53	78,79	39,37	10,33	10,11	27,98	8,04	28,52	62,95	3,06
Brot 13 Mehl 13	Bardey, 17.—21. XII	2000	1268	183,10	3,68	27,01	13,44	1040,77	138,70	56,74	8,56	18,71	54,70	10,94	30,99	69,27	5,26
Brot 15	Heuseler, 9.—12. VI	1470	947,12	163,64	17,07	15,72	22,60	728,09	124,32	42,32	11,30	17,08	53,62	13,13	25,86	—	7,36
Mehl 15	Biermann, 9.—12. VI	1524	981,91	169,67	17,67	16,30	23,37	754,9	101,97	38,15	7,03	7,70	49,09	10,39	22,49	47,24	6,50
Brot 16	Heuseler, 17.-21. XII	2000	1203,4	205,30	7,70	33,94	10,59	945,87	145,32	42,91	9,62	16,73	76,04	12,08	20,90	44,29	8,05
Mehl 16	Förster, 17.-21. XII	2000	1203,4	205,30	7,70	33,94	10,59	945,87	152,6	53,41	9,34	17,27	71,58	12,98	26,01	50,88	7,57

Brot 4	Romberg, 12.-16. XI	2000	1223,8	219,55	11,87	53,37	15,42	941,59	203,65	66,37	10,51	26,56	100,21	16,64	30,30	75,09	10,64
Mehl 4	Biermann, 18.-22. XI	1700	1099,4	156,33	6,27	28,36	5,61	902,82	141,15	46,30	13,56	17,98	63,31	12,83	29,62	63,39	7,01
Brot 17 Mehl 17	Förster, 15.—18. VII	1340	817	130,48	6,09	20,24	4,97	655,22	127,24	40,92	4,56	9,91	71,85	15,58	31,36	48,96	10,96
Brot 18	Romberg 12.-16. VIII													17,89	43,15	96,86	11,88
indirect bestimmt	Heuseler 12.-16. VIII													15,69	38,75	58,36	11,08
Brot 18 dir. best.	Romberg, 15—18. I	913	576,09	99,55	10,48	13,71	7,26	445,09	166,23	50,73	7,83	12,86	94,81	28,86	50,96	93,80	20,83
Brot 0	Romberg, 22.—26. I	2000	1276,2	103,24	2,83	11,23	12,89	1146,01	59,61	25,65	4,75	6,72	22,49	4,67	24,85	59,84	1,96
Verkaufs-mehl 0	Bockhorn, 22.—26. I	2000	1276,2	103,24	2,83	11,23	12,89	1146,01	46,35	19,92	4,32	6,50	15,61	3,63	19,29	57,88	1,36
Brot I	Romberg, 6.—10. V	2000	1218,8	113,35	4,35	13,04	14,00	1074,06	103,50	36,23	5,27	11,44	50,56	8,49	31,96	87,73	4,69
Verkaufs-mehl I	Heuseler, 6.—10. V	2000	1218,8	113,35	4,35	13,04	14,00	1074,06	93,31	30,81	4,75	8,09	49,66	7,66	27,18	62,04	4,65
	Skrodzki, 6.—10. V	2000	1218,8	113,35	4,35	13,04	14,00	1074,06	77,83	30,31	3,96	10,02	33,54	6,39	26,74	76,82	3,11
Brot II Verkaufs-mehl II	Romberg 22.-25. VIII	1235	818,8	128,96	10,24	17,28	1,72	660,60	111,71	39,34	6,14	12,86	53,37	13,64	30,51	74,42	8,08
Brot III	Romberg, 11.-16. XII													22,87	47,17	57,84	17,46
ind. best.	Heuseler, 11.-16. XII													17,27	38,89	66,04	11,34
Brot 6+18	Romberg 12.-16. VIII	1828	1197,6	146,70	9,70	18,44	15,09	1007,67	136,80	45,66	8,52	13,79	68,83	11,42	31,13	74,78	6,83
a. Misch-mhl. 6+18	Heuseler 12.-16. VIII	1828	1197,6	146,70	9,70	18,44	15,09	1007,67	123,60	42,44	6,09	10,24	64,83	10,32	28,93	55,53	6,43
Brot 0+III	Romberg, 11.-16. XI	1565	934	94,05	8,22	18,03	10,47	803,23	126,14	32,56	6,26	10,52	76,80	13,51	34,62	58,35	9,56
a. Misch-mehl 0+III	Heuseler, 11.-16. XI	1565	934	95,05	8,22	18,03	10,47	803,23	100,00	28,66	7,78	11,26	52,30	10,71	30,48	62,45	6,50

In der Tabelle IV S. 280 u. 281 stellte ich die Resultate, wie sie die obigen Versuchsprotocolle ergeben, zusammen. Zur bessern Übersicht füge ich noch die Tabelle V S. 282 u. 283 hinzu, die die Versuche in gleicher Anordnung, aber mit den procentischen analytischen Daten enthält. Die letzte Columne beider Tabellen giebt den procentischen Verlust durch den Koth.

An der Hand der analytischen Tabelle wollen wir die Ergebnisse unserer Versuche, und zwar zunächst die Beschaffenheit der Brote, etwas näher betrachten.

Vom Brot wurde meistens 2000 g frische Substanz verzehrt; wo dies nicht der Fall ist, ist der Grund in den Protocollen angegeben. Der Wassergehalt des Brotes liegt zwischen 32,70 % und 40,32 % bis auf Brot 12 mit einem Wassergehalt von 45,39 %. Dieser hohe Gehalt muss auf einem Irrtum beruhen; die andern Schwankungen des Wassergehalts erklären sich dadurch, dass nicht immer genau abgewogene Mengen Wassers beim Backen verwandt wurden, dass, wie schon oben bemerkt, der Bäcker manchmal absichtlich mehr oder weniger Wasser hinzufügte, und dass die Backofentemperatur auch nicht immer ganz constant gewesen sein wird. Ob verschiedener Wassergehalt desselben Brotes, natürlich in den erlaubten Grenzen (bis 45%) auf die Ausnutzung von Einfluss ist, ist sehr zweifelhaft und müsste mindestens erst nachgewiesen werden. Auffällig ist es, dass die äusserlich feucht erscheinenden Brote 4, 17 und 18 thatsächlich keinen erhöhten Wassergehalt aufweisen.

Vergleichen wir den Portëingehalt der Brote, so finden wir in der Reihe natürlich dieselbe Steigerung, wie bei den Mehlprotëinen. Die Schwankungen im Protëingehalt bei Brot 16, 17 und 18 zeigen auch die entsprechenden Mehle. Der Portëingehalt der Brote ist dem der Mehle sehr nahe gelegen, etwas höher, etwas niedriger, zuweilen auch genau derselbe, zum Beispiel in Brot 15. Der zweite Versuch mit Brot 7 ist mit einem nur 8 Tage älteren Brote gemacht worden. Das Brot zeigt etwas niedrigeren Protëingehalt. Die Analysen haben unter einander gestimmt; ob die Verminderung des Eiweissgehalts vielleicht an einer Altersveränderung des Brotes liegt, bleibe dahingestellt.

Der procentische Gehalt an ätherlöslicher Substanz zeigt in unserer Reihe derartige Schwankungen, dass man versucht sein könnte, die ganzen Brot- »Fett«-Analysen vorläufig, bis eine bessere Methode dafür gefunden ist, aus den Arbeiten dieser Art fortzulassen, besonders, da man doch irgend einen Vergleich oder Schluss aus dem Fettgehalte des Brotes nicht zu ziehen pflegt. Die Anforderung an Brot, als Fettnahrung zu dienen, ist wenigstens noch nicht gestellt worden. Nach den Fettanalysen der Brote aus den Verkaufsmehlen besteht dieselbe Steigerung bei den Broten, wie bei den Mehlen.

Die Aschebestimmungen zeigen, wenn auch nicht ganz so schön, wie bei den Mehlen, deutlich das Ansteigen in der Reihe. Der Aschegehalt des Brotes ist durchweg etwas grösser, als der des zugehörigen Mehles, und zwar ist dieser Unterschied bei den weissen Broten stärker, als bei den schwarzen.

Der Kochsalzgehalt schwankt um 0,9% herum, mit Ausnahme des Brotes II, bei dem zweifellos beim Abwiegen des Kochsalzes ein Versehen vorgekommen ist. Der Rest, den wir fast ganz als Stärke betrachten können, zeigt natürlich absteigende Werthe, je schlechter das Mehl wird.

Bei der Betrachtung der Kothzahlen finden wir ein Schwanken des Wassergehaltes zwischen 30° und 85°. Dagegen fällt auf, in wie verhältnismässig engen Grenzen die Procentzahlen für Protëine (25,81—44,74%), für Fett (1,20—13,31%) und für Aschen (7,56—17,89%) schwanken, und zwar unregelmässig. Nur bei den Kothfettzahlen zeigt sich, dass die fettarmen Kothe den gut ausnutzenden Brotessern angehören, z. B. Brot 6, 2, Ott.

Mit der Betrachtung der procentischen Verluste durch den Koth kommen wir zu den eigentlichen Resultaten der Arbeit.

Dabei fällt sogleich in die Augen, dass in der nach der Güte der Mehle geordneten Reihe der Brote die Ausnutzungsgrösse wesentlich von der besseren oder schlechteren Mehlqualität abhängt. Kleine Schwankungen kommen vor. So wird das zweitbeste Brot (6) scheinbar etwas besser als das beste (1) in der Gesammttrockensubstanz ausgenutzt. Das liegt aber, wie mehrfach in den Versuchsprotocollen betont worden ist, daran,

dass Brot 6 von besonders tüchtigen Brotessern gegessen wurde, die ganz zweifellos Brot besser ausnutzen, als solche Menschen, die in ihrer gewöhnlichen Nahrung vorwiegend Fleisch geniessen. Auffallend ist ferner, dass das Brot aus Verkaufsmehl 0 besser, als die Brote aus den gleichwerthigen Mahlgängen 1 und 6 ausgenutzt worden ist. Die Versuchspersonen, die Brot 0 gegessen haben, gehören beide nicht in die Klasse der 3/4 Vegetarier, wodurch wir noch nicht einmal die allzu gute Ausnutzung erklären könnten, wenn es selbst der Fall wäre. Schon bei den Aschenanalysen der Mehle war es aufgefallen, dass das Verkaufsmehl 0, also ein aus den besseren Mehlsorten gemischtes Product, einen Aschegehalt von 0,49%, das Mehl des Mahlganges 1 einen solchen von 0,45% hatte. Mehl 0 besteht aber sicher nicht aus Mehl 1 allein, sondern dem sind noch Mehl 6, 7, 8, und vielleicht auch Mehl 2 zugemischt worden. So musste schon damals der Aschegehalt für Mehl 0 etwas höher erwartet werden, als er thatsächlich gefunden wurde. Wie die folgenden Analysen zeigen, liegt auch kein analytischer Fehler vor.

Verkaufsmehl 0.

1.	Analyse	0,488 %	Asche
2.	»	0,500 »	»
3.	»	0,482 »	»
4.	»	0,484 »	»
5.	»	0,510 »	»
6.	»	0,484 »	»

Zusammen 2,948, im Durchschnitt 0,4913%.

Mehl I.

1.	Analyse	0,480 %	Asche
2.	»	0,450 »	»
3.	»	0,446 »	»
4.	»	0,446 »	»
5.	»	0,452 »	»
6.	»	0,448 »	»

Zusammen 2,722, im Durchschnitt 0,4536%.

Wir erklärten uns den geringen Aschegehalt des Verkaufsmehls folgendermaassen. Das Mahlgut bestand aus ⅔ russischem und ⅓ gemischtem inländischen Roggen. Es ist denkbar, dass das von mir aus der Sichtemaschine entnommene Mehl 0 zufällig einer anderen Roggenprobe entsprach, als bei den Mahlgängen 1 und 6. Uebrigens wird man auf kleine Unregelmässigkeiten und scheinbare Widersprüche bei derartigen Massenuntersuchungen stets gefasst sein müssen.

Oben haben wir schon von der Veränderung des Aschegehalts durch das Backen gesprochen. Hier zeigt sich, dass Brot 0 0,88%, Brot 1 1,03% Asche enthält, ein Beweis dafür, dass Brot 0 besser als Brot 1 gebacken war; ob das am Durchkneten des Brotteigs, an der Backofenhitze oder sonst woran liegt, bleibe dahingestellt. So vereinigen sich unverhältnismässig gute Beschaffenheit von Mehl 0 und besonders gutes Ausbacken zu der hervorragenden Ausnutzung von Brot 0.

Ich will gleich bemerken, dass diese Versuche mit Brot 0, 1 und 6 und die besseren der beiden Versuche 7 und 2 einwandsfrei beweisen, dass Roggenmehl, gut vermahlen, gut verbacken und von gutem Roggen stammend, ebenso gut ausgenutzt wird, als Weizenmehl. Denn als Ausnutzung von Gebäcken aus Weizenbrot in der Trockensubstanz finden:

Meyer	5,6%	wir aber für Roggenmehl	
Rubner	5,2 »	Verkaufsmehl 0	4,15%
	3,7 »	Mahlgang 6	4,95 »
	4,03 »	Mahlgang 1	5,78 »
Menicanti u. Prausnitz	4,86 »		

Das Hauptinteresse unserer Arbeit liegt darin, die Ausnützung der Brote durch die Reihe der Mehle hindurch zu verfolgen.

Wie sich aus allen früheren Arbeiten ergibt, giebt uns der Verlust an Trockensubstanz durch den Koth die für den Werth des betreffenden Nahrungsmittels hauptsäch entscheidenden Zahlen. Schon das oben erwähnte Gleichbleiben der procentischen Proteïn-, Fett- und Aschezahlen im Koth lässt von vornherein annehmen, dass diese Zahlen und ihr Verhältnis zu ein-

ander von nebensächlicherer Bedeutung sind, als die Zahlen des Verlustes in der Trockensubstanz und in dem die Hauptmasse des Brotes ausmachenden, hauptsächlich aus den Kohlehydraten bestehenden Reste. Ich gebe hier die durch die Versuche gefundenen Mittelzahlen des Verlustes in der Trockensubstanz und den Kohlehydraten.

Brot	Verlust an Trockensubstanz	Verlust an Rest (Kohlehydrate)	Brot	Verlust an Trockensubstanz	Verlust an Rest (Kohlehydrate)
1	5,78	2,41	16	12,53	7,55
6	4,95	1,78	4	14,74	8,83
7	6,36	2,58	17	15,58	10,76
2	6,30	2,88	18	16,79	11,49
10	8,35	3,92	0	4,15	1,66
12	8,04	3,06	I	7,51	4,15
13	10,94	5,26	II	13,64	8,08
15	11,86	6,93	III	20,07	14,40

Nachstehend folgen noch die Mittelzahlen für den Verlust an Proteïnen und Asche durch den Koth.

Brot	Verlust an Protëine	Verlust an Asche	Brot	Verlust an Protëine	Verlust an Asche
1	32,03	71,06	16	23,46	47,59
6	19,11	52,70	4	29,96	69,24
7	24,21	48,96	17	31,36	48,96
2	22,57	60,58	18	40,95	77,61
10	28,52	87,88	0	22,07	58,86
12	28,52	62,95	I	28,63	75,53
13	30,99	69,27	II	30,51	74,42
15	24,18	—	III	43,03	61,94

Es ist also deutlich, wie viel schlechter Brote aus allmählich immer schlechteren Mehlen in der Trockensubstanz, im Reste und auch in den Proteïnen ausgenutzt werden. Der Verlust in der Asche ist kein gleichmässig fortschreitend schlechterer, sondern bei guten wie schlechten Mehlen, immer ausserordentlich schlecht.

Man ist bei schlechten Broten, z. B. Schrotbroten, bisher vielfach in Zweifel gewesen, was an ihrer schlechten Ausnutzung

schuld ist, die Beimengung von Kleie oder der geringe Vermahlungsgrad des Getreides. Es dürfte aus meinen Versuchen klar werden, dass auch noch so gut vermahlene Schalen und Hülsen — die schlechteren Mehle meiner Versuchsreihe sind durch feinere Siebe gebeutelt, als die besseren — sehr schlecht ausgenutzt werden und daher auch fein vermahlene Kleie als Nahrungsmittel für den Menschen nicht geeignet ist, wie ja auch schon Rubner darauf aufmerksam gemacht hat, dass keine Art der Vermahlung die Kleie ganz nutzbar machen kann.

Fassen wir die Ergebnisse der Arbeit zusammen, so ergiebt sich:

1. Der Grad der allmählich schlechteren Ausnutzung der bei immer weiter getriebener Ausmahlung des Korns erhaltenen feingesiebten Mehle aus den oben angeführten Zahlen.

Weiter wird einleuchten, dass

2. Der Aschegehalt eines Mehles das Criterium seiner Güte ist.
3. Brot höheren Aschegehalt hat, als das zu ihm verwandte Mehl.
4. Kothabgrenzungen mit Kohle unzuverlässig sind.
5. Der Proteïn-, Fett-, Aschegehalt verschiedener Brotkothe, auf Trockensubstanz berechnet, in sehr engen Grenzen schwankt.
6. Leute, die sonst auch viel Kohlehydrate, besonders Brot geniessen, Brot besser ausnützen, als solche die vorwiegend Fleisch essen.
7. Auch die feinste Vermahlung aus den Rindenteilen des Korns kein genügendes Mehl liefern kann.
8. Feinstes Roggenmehl, gut verbacken, ein ebenso ausnutzbares Brot liefert, als Weizenmehl.
9. Die nach den bisher bekannten Versuchen scheinbar schlechtere Ausnutzung des Roggenbrotes darauf beruht, dass bei der Herstellung von Roggenmehl in der Regel nicht mit der Sorgfalt verfahren wird, wie sie beim Weizenmehl seit längerer Zeit üblich ist.

Zum Schluss erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Oberstabsarzt Dr. Plagge für die Anregung zu dieser Arbeit und die weitgehende Unterstützung bei ihrer Anfertigung meinen ergebenen Dank zu sagen.

Ferner danke ich auch an dieser Stelle allen Collegen, die mir durch Uebernahme von Versuchen geholfen haben, sowie dem Chemiker Herrn Dr. Lebbin und den Herren einjährig-freiwilligen Militärapothekern des Laboratoriums für ihre Mithilfe am chemischen Theil der Arbeit.

Einige Beiträge zur Bestimmung und hygienischen Bedeutung des Zinks.

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann.**

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Während meiner Studien über Kupfer stiess ich auf verschiedene Litteraturangaben, die dem Zink, ähnlich wie dies von vielen Seiten für das Kupfer geschehen ist, eine grosse hygienische Bedeutung resp. eine erhebliche Giftigkeit zuschrieben. Um mir ein eigenes Urtheil über Zink zu verschaffen, beschloss ich, einen sorgfältigen und lang dauernden Versuch an einem Hunde anzustellen und gleichzeitig Studien über die Resorption und Ausscheidung des Zinks anzuschliessen. Als ich erkannt, dass, wie ich vermuthet, die Wirkung des Zinks und des Kupfers eine sehr ähnliche ist, setzte ich die Arbeit nicht weiter fort, glaube jedoch, dass dieser zwar kleine aber möglichst genaue Beitrag zu unserer Kenntnis vom Zink der Veröffentlichung wohl werth ist. Ich werde in der bevorstehenden weiteren Publication meiner Kupferarbeiten auf die darin niedergelegten Beobachtungen zurückkommen.

I. Die Methodik zur Gewinnung und Bestimmung kleiner Zinkmengen in organischen Substanzen.

Bei meinen Kupferuntersuchungen hatte ich gelernt, dass die Methoden zum Nachweis minimaler Metallmengen in reichlichem organischem Material noch recht mangelhaft ausgebildet

sind und dass eigene methodische Studien in dieser Richtung die Vorbedingung jeder erfolgreichen Untersuchung an Thieren sind.

Durch zahlreiche Versuche an Harn und Fleisch, denen Zink in Mengen von 0—5 mg zugefügt war, habe ich mich überzeugt, dass, selbst wenn das Zink als Zinkchlorid Anwendung fand, Verluste bei folgender Methode der Isolirung nicht zu befürchten sind:

1. Harn. Der Harn (50—100 ccm) wird mit 10 ccm zinkfreier Salpetersäure eingedampft und schliesslich verbrannt, was unter Aufschäumen ja unter Feuererscheinungen vor sich gehen kann. Der gelb oder braun gefärbte Rückstand wird nach dem Abkühlen mit etwas Salpetersäure befeuchtet und die Erhitzung wiederholt bis eine schneeweisse Asche erhalten wird; dieselbe wird in Salzsäure gelöst und braucht nicht von Eisen befreit zu werden — man findet genau die zugesetzten Mengen.

2. Muskel (ebenso Leber u. s. f.) 50 g (gehackt) werden entweder erst getrocknet oder gleich feucht in einer Porcellanschale (öfters unter Zusatz von etwas Salpetersäure) auf einem Asbestteller verkohlt, bis der Glanzruss weggebrannt ist. Die zerriebene Kohle wird mit Soda und Salpeter gemischt und in einer kleinen Schale aus Berliner Porcellan geschmolzen, die Schmelze in verdünnter Salpetersäure gelöst, etwaige unlösliche Kohlepartikel ein zweites Mal geschmolzen und die salpetersaure Lösung der Schmelze mit der ersten Portion vereinigt. Vernachlässigt man diese Kohlerestchen, so findet man stets zu wenig, sowie nennenswerthe Zinkmengen überhaupt da sind. Versucht — aber ohne besonderen Vortheil befunden — wurde der Zusatz von Salpetersäure oder Schwefelsäure zu dem frischen Muskel, unpraktisch erwies sich das Eintragen des getrockneten und dann pulverisirten Muskels vor seiner Verkohlung in geschmolzene Soda und Salpeter

Aus den salpetersauren Auszügen fällten wir stets in kräftig salzsaurer Lösung durch langes Einleiten von H_2S das Kupfer, filtrirten und verjagten den überschüssigen Schwefelwasserstoff.

Eine folgende schwierige und zeitraubende, aber unumgänglich nothwendige Arbeit war die Trennung des Zinks vom Eisen,

die noch erschwert wurde durch die Thonerde und Kieselsäure, die aus den Schmelztiegeln stammten. Wir kamen aber, wie wir uns in zahlreichen Controllversuchen überzeugten, zu einem guten Resultate auf folgendem Wege.[1]) Wir übersättigten die salpetersaure Lösung mit Ammoniak, kochten und filtrirten ab. Das Filtrat enthält die Hauptmenge des Zinks. Auskochungen des Filterrückstandes (Fe_2O_3; Al_2O_3; SiO_2) mit Ammoniak lieferten weitere Zinkmengen, auch mit schwacher Essigsäure kochten wir meist nochmals aus. Der Rückstand von diesen Auskochungen wurde nochmals, zuweilen oftmals, in verdünnter Salzsäure gelöst und immer wieder mit NH_3 gefällt — bis das Filtrat mit H_2S keinen Niederschlag mehr gab.

Die Fällung des Zinks in den salpetersauren Lösungen geschah unter Alkalisirung der Lösung mit Ammoniak, schwachem Ansäuern mit Essigsäure und unter Zusatz überschüssigen festen Chlorammoniums. Der Schwefelwasserstoff wurde in die erwärmte Lösung lange eingeleitet, der Niederschlag bei 30—40° 24 Stunden absitzen lassen, durch ein doppeltes schwedisches Filter filtrirt und mit H_2S-Wasser etwas gewaschen. So erhielten wir einen meist weissen, zuweilen durch Eisenspuren schwach grauen Niederschlag beim ersten Filtriren vollständig auf's Filter. — Den Filterinhalt lösten wir ohne Glühen (zuweilen auch nach Verkohlen des Filters in bedecktem Tiegel) in verdünnter heisser Salzsäure, kochten den Schwefelwasserstoff weg, engten ein, filtrirten vom Schwefel ab und brachten nach Neutralisiren mit Ammoniak auf 25 ccm. Stets wurden die vereinigten eingeengten Filtrate nochmals mit Schwefelwasserstoff behandelt — zur Controle.

Es handelt sich nun darum, das von anderen Schwermetallen getrennte, höchstens noch Spuren von Eisen enthaltende Zink quantitativ zu bestimmen. Es unterliegt keinem Zweifel — ich selbst überzeugte mich mehrfach davon —, dass für grössere Zinkmengen die gewichtsanalytische Bestimmung als

1) Trennung von Eisen durch Rhodanammonium und Schwefelwasserstoff oder durch essigsaures Natron erschien bei den kleinen Mengen, um die es sich hier handelte, wenig praktisch, wir haben zahlreiche, meist unbefriedigende Versuche in dieser Richtung gemacht.

$ZnCO_3$ sehr gute und bequem zu erhaltende Resultate liefert, aber für die zu erwartenden kleinen Mengen von 0,1—1,0 und 2,0 mg bedurfte ich einer anderen Methode, da das Wiegen minimaler Mengen stets misslich, das vollständige Trennen des Zinks von anderen Stoffen (Ca, Si) sehr schwierig ist. — Leider fehlen colorimetrische Methoden.

Nach mancherlei Probiren fand ich in der Titrirung des Zinks mit Ferrocyankalium nach Fahlberg eine brauchbare Methode, die jedoch zu ihrer Ausführung einige Uebung und die Beobachtung von einer Reihe von Cautelen verlangt.

Der chemische Vorgang bei der Titrirung (vergl. Mohr-Classen Titrirmethode 1886, p. 458) ist der, dass Ferrocyankalium in saurer Lösung zu einer Zinklösung zugetröpfelt weisses Ferrocyanzink fällt. Leider lässt sich dasselbe nicht abfiltriren und es muss also die Endreaction durch den Nachweis überschüssigen Ferrocyankaliums mit Uran festgestellt werden.

Da Ferrocyankalium und Zink nicht nach den theoretischen Aequivalentverhältnissen reagiren, so muss man eine empirische Ferrocyankaliumlösung (47 g auf 1 l) auf eine exact hergestellte Zinklösung einwirken lassen. 10 g Zincum purissimum werden unter Verwendung von möglichst wenig Salzsäure vom spec. Gewicht 1,12 gelöst und die Lösung auf 1 l verdünnt. 1 ccm der Lösung = 10 mg Zink. Auf diese Lösung wird die Ferrocyankaliumlösung eingestellt, sodass 1 ccm Ferrocyankaliumlösung = 1 ccm Zinklösung. Hierauf werden beide Lösungen 100fach verdünnt: 10 ccm Ferrocyankaliumlösung = 1 mg Zink. Die Lösung stellten wir immer so ein, dass 25 ccm Ferrocyankaliumlösung genau = 2,5 mg Zink waren. Ohne die sehr zahlreichen Versuche hier in extenso wiedergeben zu wollen, die ich, von Herrn cand. chem. H. Lang auf das Sorgfältigste unterstützt, zur Ausbildung der Methode für die Bestimmung minimaler Mengen vorgenommen habe, theile ich unsere Erfahrungen in kurzer Form mit.

Vor allem muss die zu titrirende Lösung, wenn sie, wie dies nicht immer ganz zu vermeiden ist, Spuren von Eisen enthält, nur minimal sauer sein — wir haben desshalb alle

Analysen in einer Lösung angestellt, die wir erst mit Ammoniak alkalisierten und hierauf mit Salzsäure eben bis zur Röthung von Lakmuspapier ansäuerten. In allen Versuchen war die zu titrirende Flüssigkeit auf 25 ccm gebracht. Chlorammoniumgehalt und Ammoniumnitratgehalt stört nicht. Als Endtiter der Reaction wählten wir den Moment, wo ein grosser Tropfen der Ferrocyankalium-Zinkmischung durch einen sehr kleinen Tropfen Uranlösung schwach braunrosa gefärbt wird. Es ist nothwendig, das Zufliessen der Ferrocyankaliumlösung langsam vor sich gehen zu lassen und fleissig dabei umzurühren. Die Ferrocyankaliumlösung muss frisch bereitet, höchstens kurze Zeit im Dunkeln aufbewahrt und fast farblos sein.

Nach dieser Methode erhält man bei einiger Uebung sehr gute Resultate für Werthe über 1,5 mg:

Folgende Werthe werden in 25 ccm Wasser gelöst zur Untersuchung gegeben:	Es wurden gefunden:
1,0 mg	1,05 mg
1,6 »	1,6 »
1,1 »	1,15 »
2,5 »	2,5 »
1,8 »	1,8 »
4,3 »	4,3 »
0,5 »	0,55 »
10,0 »	10,0 »

Aehnliche Versuchreihen mit ähnlichem guten Resultat wurden öfters angestellt. Es folgt daraus, dass etwa von 1,5 mill. an genau die Menge gefunden wird, die vorhanden ist. Schon aus dieser Tabelle geht aber hervor, dass für Werthe von 1,0 und 0,5 etwas zu viel gefunden wird, und wenn man sehr kleine Werthe titrirt, findet man noch grössere Abweichungen von der Theorie:

So findet man für

0 mill.	0,15
0,3	0,1
0,5	0,05
1,0	0,05

zuviel, und hat desshalb diese Werthe vom Resultat abzuziehen. Wir haben desshalb stets

wenn wir fanden	als wirklich angenommen
0,15	0
0,25	0,1
0,35	0,2
0,4	0,3
0,5	0,4
0,55	0,5
1,05	1,0.

Die mögliche Ungenauigkeit für Werthe von 0—1,0 mg bei weniger exactem Arbeiten mag 0,1, beim sorgsamsten Arbeiten etwa 0,05 mg betragen — was für unsere Zwecke belanglos ist, da die untersuchten Organe Werthe lieferten, die meist über 1—1,5 mill. lagen. Eine Methode, die ähnlich wie beim Kupfer noch Hundertelmilligramme entdeckt, kenne ich bisher nicht. Ich habe desshalb auch fast keine Versuche über den normalen Zinkgehalt von Thierorganen angestellt — in 50 g Rindsmuskel fand ich in einem Versuch kein Zink mit meiner Methode.

Das muss ich zugeben, dass unsere Methode nur in der Hand des Geübten für kleinste Zinkmengen brauchbare Resultate liefert, auch wir haben viele Arbeit gehabt, bis wir die Methode beherrschten. Sollte jemand versuchen, die Methode abzuändern, so müsste er sich für seine Versuchsbedingungen eine neue Correctionstabelle berechnen.

2. 11 Monate langer Fütterungsversuch an einem Hund mit Zinkcarbonat.

Nachdem ich so im Besitze einer zuverlässigen Methode der Zinkbestimmung für kleine Mengen war, ging ich zur Analysirung der Exkrete und endlich der Organe eines Hundes über, den ich 11 Monate lang mit Fleisch und Zinksalz gefüttert hatte.

Der gewählte Hund war eine noch lange nicht ausgewachsene circa halbjährige Dogge, etwa zwischen Bulldogge und Ulmer-Dogge stehend, ein kräftiges und munteres Thier von einem Anfangsgewicht von 8260 g. Derselbe hatte nur wenig freie

Bewegung im Stall, frass tüchtig Fleisch und Knochen und — unter die erste Fleischportion gemischt täglich eine (im Vorrath als Pulver abgewogene) Portion des geschmacklosen Zinkcarbonats. Ich wählte dieses Salz, weil ich grosse Dosen geben und doch den Magen und Darmkanal möglichst wenig anätzen wollte. Dass ätzende Zinksalze in grösseren Dosen schliesslich unter allen Umständen Magen- und Darmstörungen machen, war ja ohne weiteres klar und nicht Gegenstand unserer Untersuchung, die vielmehr darauf ausging, etwaige Allgemeinwirkungen des Zinks zu entdecken.

Folgende Daten ergeben genau die verfütterte Menge während der Versuchsdauer:

Tabelle I.

Datum	Tage	Zinkcarbonat pro Tag in Milligramm	Zink pro Tag in Milligr.	Zink in d. Versuchsperiode	Zink seit Versuchsbeginn
2. bis 8. Januar 1895	7	19	10	70	70
9. » 15. » »	7	38	20	140	210
16. » 22. » »	7	72	38	266	476
23. » 31. » »	0	0	0	0	476
1. » 10. Februar »	11	144	76	836	1 312
12. » 20. » »	9	288	152	1 368	2 680
21. » 25. » »	5	576	304	1 520	4 200
27. Febr. bis 27. März »	28	1052	553	15 484	19 684
28. März bis 3. April »	7	576	304	2 128	21 812
4. April bis 1. Dec. »	242	1052	553	133 826	155 638

also in 335 Tagen = 155,6 g Zink,
d. h. pro Tag durchschnittlich 464 mg Zink oder pro Tag und Kilo (bei einem mittleren Körpergewicht von 10,5 Kilo) 44 mg.

Während des grössten Theils des Versuchs (242 Tage) wurde übrigens noch mehr d. h. täglich 553 mg, und bei einem Durchschnittsgewicht von ca. 12 kg 46 mg pro Tag und Kilo verzehrt.

Irgend eine Wirkung dieser Fütterung war nicht zu bemerken. Das Thier entwickelte sich normal, wog

am 2. Januar 1895	8 260 g
18. » »	8 520 g
1. Februar »	9 300 g

18. Februar 1895	9 400 g
10. Oktbr. »	13 000 g
2. Dezbr. »	12 500 g

und zeigts niemals merkliche Magen- oder Darmstörungen.

Bevor das Thier getödtet wurde, wurde es noch von einer Reihe von Personen genau beobachtet; alle constatirten, dass eine ungemein kräftige und stramme Entwickelung des Hundes zu constatiren sei. Keine Andeutung von Lähmung oder auch nur Schwäche der Muskulatur, im Gegentheil, der Hund war zum Springen, Gehen auf den Hinterbeinen etc., ebenso geschickt wie aufgelegt.

Der Hund wurde mit Chloroform betäubt und aus der Carotis verblutet.

Die Section ergab eine mässige Fettentwickelung, tadellose Muskulatur, kräftiges Knochensystem. An Herz, Lunge, Leber, Milz, Pankreas, Niere und Blase ist absolut nichts Abnormes makroskopisch zu sehen. Im Magen sind 100 bis 150 ccm einer weisslich trüben stärkehaltigen Flüssigkeit. Schleimhaut von bräunlicher Farbe, stark in Falten vorspringend, keine distincten Schleimhautblutungen. Es fällt bei dem 5 Stunden nach dem Tode untersuchten Magen auf, wie leicht sich das Epithel abstreifen lässt. (Selbstverdauung.) Dünndarm: Oberer Abschnitt fast leer, mittlerer und unterer enthält unbedeutende Mengen gallig gefärbten, zähen Schleimes und viele Taeniae ellipticae. Die aufgeschnittene und abgespülte Schleimhaut lässt durchaus keine weitgehenden Veränderungen erkennen — dagegen ist ein stellenweise etwas deutlicheres Vortreten des Payer'schen Plaques und eine leichte fleckige und streifige Röthung in ziemlicher Ausdehnung unverkennbar. Dickdarm normal, enthält etwas weichen gelben Koth. Von befreundeter Seite wird die Möglichkeit erwogen, ob nicht die unbedeutenden Röthungen in der Darmschleimhaut Folgen der Chloroformwirkung sein könnten.

Die mikroskopische Untersuchung der in Alkohol gehärteten und kunstgerecht geschnittenen und gefärbten Nieren ergab nichts Auffallendes; irgend welche grössere Veränderungen konnte

ich nicht finden. Auch Herr College von Rindfleisch war nicht im Stande, interstitielle oder epitheliale Veränderungen zu erkennen, speciell betonte er das tadellose Erhaltensein des Glomerulus epithels, als Zeichen einer Gesundheit der Niere. Das einzig Abnorme war, dass da und dort zwischen den Harnkanälchen kleinste, mit Lymphe gefüllte Cystchen zu sehen waren, ein Vorkommen, das man aber erst dann dem Zink zur Last legen dürfte, wenn zahlreiche Untersuchungen gesunder Nieren vom Hunde stattgefunden hätten.

Die chemische Untersuchung der Organe wurde genau in der oben beschriebenen Weise geführt und durch eine Reihe von Controlversuchen die Brauchbarkeit der Methode weiter erwiesen. (Siehe Tabelle II S. 300.)

Es folgt aus diesen Zahlen für Speicherung und Ausscheidung des Zinks:

1. Die Leber ist das absolut zinkreichste Organ des Thieres. Der Zinkgehalt der Galle ist ebenfalls hoch (ähnlich dem der Leber), die Galle dient somit in nennenswerther Weise der Zinkausscheidung.
2. Eine weitere Zinkausscheidung findet durch die Niere statt; der Zinkgehalt, der 11 ccm Blasenharn war — vgl. S. 301 — ein recht hoher.
3. Auch durch Blind- und Dickdarm wird Zink abgeschieden, der Gehalt dieser beiden Organe ist unter sich gleich und etwa 3—4 mal so hoch als der des Magens.
4. Auffallend hoch (ähnlich dem der Leber) ergab sich der Zinkgehalt der Pankreas, der Milz und Thyreoidea. Weitere Schlüsse sind für den Moment nicht daraus zu ziehen.
5. Die übrigen untersuchten Organe: Lymphdrüsen, Hirn, Lunge, Haut, Blase, Muskeln, Herz und Knochen zeigen einen unter sich sehr ähnlichen Gehalt d. h. 30—40 mg pro Kilo frische Substanz. Die Hoden erscheinen auffallend zinkarm.
6. Bezieht man den Zinkgehalt auf die Asche, so wird der Zinkgehalt der Knochen besonders klein.

7. Die Resorption des Zinks — wenn es längere Zeit in schwerlöslichen, nicht ätzenden Salzen eingeführt wird — ist eine recht ansehnliche, die Neigung zur Aufspeicherung ähnlich wie beim Kupfer.

Tabelle II.

Organ	I Gewicht d. untersucht. Portion frisch	II Zink in der Portion	III Also im ganzen Thierorgan resp. Organsyst.	IV Also in 1000 g frisch	V Trockengewicht der zur Analyse verwendet. Portion	VI Also in 1 Kilo Trockensubstanz
Blut	80	1,6	25	20	18	—
Lymphdrüsen	12	0,4	?	33,3	2,8	143,9
Hoden (beide)	20	0,3	0,3	15,0	3,5	89,0
Hirn	64	2,0	2,0	33,2	13,7	146,0
Lunge	50	1,45	1,45	29,0	11,6	125,0
Haut und Haare	50	1,9	—	38,0	17	114,0
Blase (leer)	18,8	0,4	0,4	37,0	2,4	166,7
Muskel (Brust)	50	1,7	193,2	34	14,0	121,4[1]
Muskel (Brust)	50	2,0		40	14,0	142,9
Muskel (Schenkel)	50	1,6		32	13,7	116,8[2]
Herzmuskel	50	1,3	1,3	26	11,9	109,2
Knochen	82	2,8	40,0	33	60,4	46,4[3]
Magen	106	3,2	3,2	31	26,4	121,2
Dünndarm	250	7,2	?	28,4	61,2	117,6
Blinddarm	10,0	1,0	1,0	100,1	2,1	476,2
Dickdarm	43,0	4,3	4,3	100,0	8,5	505,9
Niere (1 Stück)	30	1,5	3,0	50	7,3	215,5
Harn	11,3	0,8	0,8	70	0,5	1600
Pankreas	30	2,5	2,5	83,3	8,0	322,5
Milz	19	1,6	1,6	84,2	4,6	347,8
Thyreoidea	3,2	0,3	0,3	93,8	0,8	375,0
Leber (4 Controlen)	50	4,65	—	93	13,7	340
»	50	5,0	22,5	100		365
»	50	4,8	—	96		351
»	50	5,0	—	100		365
Galle	15,4	1,4	1,4	95	3,2	435

1) 1 Kilo Asche = 2615,5 mg.
2) = 2461 mg.
3) 1 Kilo Asche = 66 mg.
4) Annahme: 50% des Lebendgewichts Muskeln, 10% Knochen, 8% Blut.

Zur Feststellung, in welcher Bindung das Zink in der Leber enthalten sei, habe ich zwei specielle Versuche gemacht. Die Leber war zu allen Versuchen fein gehackt:

I. 50 g Leber wurde mit heissem Wasser 3 mal ausgezogen (ausgekocht)

im Auszug 1,2
» Rückstand 3,6
4,8

II. 50 g Leber werden 3mal mit kaltem Wasser ausgezogen

im Auszug 2,0
» Rückstand 3,0
5,0.

Es ist also namentlich in kaltem Wasser, ein erheblicher Theil des Leberzinks (etwa 2/5) löslich (wohl als Albuminat).

Um die Ausscheidung des Zinks durch den Harn näher zu verfolgen, wurden von unserem Hund im Laufe der Fütterung mehrfach in's Glas entleerte Harnproben[1]) gesammelt, mit Chloroform conservirt und nach Abschluss der ganzen Untersuchung untersucht. Ich theile zunächst die Resultate mit, die sich auf Proben beziehen, von denen nicht bekannt ist, den wievieltsten Theil der 24stündigen Harnmenge sie darstellen.

Tabelle III.

Datum	Zink gefüttert pro die	Harnmenge	Zinkgehalt	Zink in 1000 Harn	
1. IV. 95	304	170	0,8	4,8	
30. IV. 95	553	350	2,8	8,6	In 2 Hälften untersucht: A = 1,5, B = 1,3 mg.
11. u. 12. VI 95		260	2,0	7,9	
17., 18., 19., 21. VII 95		700	5,05	7,15	In 2 Hälften untersucht: A = 2,5, B = 2,55 mg.
18. u. 19. IX. 95		130	3,7	29,0	
20. IX. 95		90	2,0	22,0	
21. XI. 95		215	0,9	4,2	
23. XI. 95		35	0,65	19,2	
26. XI. 95		150	1,25	7,3	

1) Einige in den Käfig entleerte Harnproben wurden auch untersucht, dieselben zeigten einen viel zu hohen Zinkgehalt, was sich aus der Verzinkung des eisernen Käfigbodens erklärt.

Es folgen nun 2 Versuche, in denen der Harn vollständig für 24 Stunden gewonnen wurde.

Datum		Harn v. morgs. 7 Uhr bis abends 7 Uhr	Zink im Tagharn	Harn von abends 7 Uhr bis morgens 7 Uhr	Zink im Nachtharn	Zink in 24 Stunden
24. IX. 95		175	2,0	284	3,6	5,6
25. IX. 95		380[1])	3,15	150	0,5	3,55

Nach diesen Ergebnissen dürfte die tägliche Zinkausscheidung durch den Harn etwa 4—6 mg betragen, wie gross die durch Galle und Darm ausgeschiedene Menge ist, ist leider unserer Schätzung nur sehr unvollkommen zugänglich.

3. Ergänzende Versuche an einem anderen Hund.

Zur Ergänzung des eben beschriebenen Versuches werden einige Experimente an einem andern Hund (Dachsbastard »Ammon« 8500 g, ausgewachsen, seit Jahren im Institut zu Versuchen verwendet, ganz gesund) angestellt, wobei die Schädlichkeit plötzlicher grosser Dosen und die Ausscheidungswege untersucht wurden. Der Hund war im Respirationsapparat.

Versuch I.

Die Gewinnung des Kothes scheiterte.

9. II. 96. Hund hungert bis Mittags 5½, dann 500 g Kalbsknochen + 500 g Wasser.

10. II. 96. Hund erhält mittags 5½ Uhr ½ Liter Milch + 165 g Brod + 1052 mg Zinkcarbonat = 553 Zink.

11. II. 96. Verzehrt in 2 Mahlzeiten 500 ccm Milch + 165 g Brod.

		Zn	Zn pro die	Zn pro 1000 ccm
Harn in's Glas gelassen.	8½ Uhr früh = 70 ccm sauer	2,0 (8½ u. 2½ Uhr)	2,7	20
	2½ » mittags = 30 » »			
	6 » abends = 36 » »	0,7		

Nachts wird kein Harn in den Käfig entleert.

12. II. 96. Erhält Nachmittags 500 g Kalbsknochen in 750 ccm Wasser gekocht.

	Zn	Zn pro die	Zn pro 1000 ccm
8½ Uhr früh = 170 ccm sauer nicht analytisch, weil in den Käfig entleert.	—	c. 2,9	7,5
12½ Uhr früh = 8 ccm sauer	—		
5½ Uhr abends = 210 ccm	1,6		

1) In 2 Hälften untersucht A = 1,6, B = 1,55.

In diesem ersten Versuch hat der Hund durch das Zink gar keine Gesundheitsstörung gezeigt.

Versuch II.

13. II. 96. Hund kommt früh 9 Uhr in den Käfig, nachdem er die Nacht vorher im Stall verbracht. Erhält mittags 4 Uhr 120 g gehacktes ausgekochtes Fleisch ohne Brühe (Rückstand von Nähr-Gelatinebereitung) + 1052 mg $ZnCO_3$ = 553 Zn. Säuft abends um 6 Uhr 260, um 7 Uhr 130, um 8 Uhr 150 ccm Wasser.

		Zn	Zn pro die	Zn pro 1000 ccm
Harn in's Glas gelassen	9 Uhr früh = 0 ccm			
	4 Uhr mittag = 14 ccm sauer	0,9	0,9	29,7
	6½ Uhr abds. = 15 ccm sauer			

14. II. 96. Hund erscheint nicht krank aber appetitlos. Säuft um 7 Uhr früh 70 ccm Wasser, verschmäht aber Milch und Brod.

		Zn	Zn pro die	Zn pro 1000 ccm
Harn	8 Uhr früh = 240 alkalisch	= 0,8		
	9 Uhr früh = 125 schw. sauer	= 1,5	4,4	8,5
	12½ Uhr mittags = 120 kräft. sauer	= 0,5		
	4 Uhr mittags = 20 sauer	= 1,2		

Kein Koth.

15. II. 96. Hund war die ganze Nacht im Respirationsapparat. Frisst auch an diesem Tage nichts von der angebotenen Milch und Brod. Sonst scheint das Thier nicht krank.

		Zn	Zn pro die	Zn pro 1000 ccm
Harn	8 Uhr früh = 40 schwach sauer	= 1,8	1,8	32,5
	12 Uhr mittags = 15 » »			

Koth auf 2 Portionen entleert 57 g frisch = 27,5 trocken = 440,0 mg Zink.

16. II. 96. Hund frisst alles was er bekommt: Milch, Brod, Fleisch, Kartoffel, Gemüse, ist offenbar wieder ganz normal.

		Zn	Zn pro die	Zn pro 1000 ccm
Harn	8 Uhr früh = 40 sauer	1,0	1,4	21,5
	6 Uhr abends = 25 alkalisch	0,4		

Koth 87,0 frisch = 13,2 trocken = 100 mg Zink.

Es wurde also vom 13.—16. aufgenommen = 553 mg Zink.

Ausgeschieden:	Im Harn	Im Koth
	0,9	440
	4,4	100
	1,8	540
	1,4	
	8,5	

Das heisst zusammen 548,5 mg Zn, was bis auf 4,5 mg der eingeführten Menge entspricht.

Versuch III.

Am gleichen Hunde, nachdem er 12 Tage wieder im Stall zinkfreie Nahrung erhalten, wird der gleiche Versuch nochmals wiederholt.

27. II. 96. Hund kommt um 4 Uhr Mittags in den Respirationsapparat, nachdem er vorher 1 Pfund gekochtes Fleisch ohne Brühe + 1052 mg $ZnCO_3$ = 553 Zn gefressen.

28. II. 96. Hund ganz wohl, frisst ½ l Milch + 120 g Brod.

		Zn	Zn pro die	Zn pro 1000 ccm
Harn	8½ Uhr früh 66 ccm alkalisch	0,8	2,7	
	12 Uhr mittags 85 ccm alkalisch	1,4		
	3 Uhr mittags 35 ccm alkalisch	0,5		
Koth	Um 3 Uhr 136 g frisch (weich)		trocken 15,5 g.	Mit dem Koth vom 1. III. zusammen untersucht.
	Um 6 Uhr 23,4 g dünn, es wird eine weitere Portion auf dem Boden entleert und geht verloren.			

29. II. 96. Hund frisst 500 g Fleisch. Ganz wohl.

		Zn	pro die
Harn	8 Uhr früh 44 ccm sauer	0,6	4,2
	12 Uhr mittags 46 ccm sauer	2,0	
	3½ Uhr mittags 80 ccm alkalisch	1,6	

Koth 0.

1. III. 96. Hund frisst ½ l Milch + 120 g Brod.

Harn 250 ccm alkalisch (in den Käfig entleert, nicht untersucht).

Koth 140 g halb hart, halb weich, (mit dem vom 28. II. zusammen untersucht).

Es wurden also vom 27. II. bis 1. III. aufgenommen = 553 mg Zink.

Ausgeschieden im	Harn	Koth	
	2,7 mg	400,0	(Verlust durch Entleerung auf den Boden.)
	4,2 mg		
	6,9 mg		

Diese Versuche stimmen sehr wohl mit denen an dem ersten Versuchshund. Der kleinere Hund (nur ⅔ so schwer wie der erste) verträgt ohne Gewöhnung 553 mg, d. h. 65 mg Zink pro Kilo 2 mal ohne jede merkbare Wirkung, einmal wird eine Appetitlosigkeit 48 Stunden nach der Fütterung beobachtet, deren Ursache aber wegen der 2 anderen negativen Resultate zweifelhaft bleibt.

4. Einige praktische Folgerungen.

Ich enthalte mich weitgehender Schlüsse aus diesen wenigen Versuchen, auch verzichte ich auf eine Würdigung der Litteratur. Mir haben diese Versuche gezeigt, dass die acute Gesundheitsschädlichkeit des Zinks jedenfalls nicht grösser, wahrscheinlich noch geringer als die des Kupfers ist, und dass sogenannte acute Zinkvergiftungen des Haushalts[1]), d. h. Intoxicationen durch einmaligen Genuss von Nahrungsmitteln, die eine kleine Zinkmenge enthalten, höchstwahrscheinlich Ptomaïn resp. sonstige Vergiftungen, aber keine Metallvergiftungen sind. Ich werde diesen von mir seit 1891 für das Kupfer vertheidigten Standpunkt in Bälde mit dem ganzen kritischen Apparate für dieses Metall zu beweisen versuchen, für das Zink verzichte ich vorläufig darauf.

Von einer chronischen Zinkvergiftung habe ich in meinem Versuch nichts weiter als Magenveränderungen gesehen, die man allenfalls, aber kaum zwingend als Folgen eines chronischen Magencatarrhs betrachten könnte, durchaus keine Allgemeinsymptome. An der Niere vermochte ich keine Schädigung zu sehen. Eine chronische Zinkvergiftung im Sinne einer Allgemeinschädigung des Körpers konnte ich trotz der grossen Dosen also nicht beobachten. Ganz ähnlich ging es mir bisher beim Kupfer, doch möchte ich mich über das Vorkommen leichter Nierenveränderungen[2]) bei chronisch mit Kupfer gefütterten Thieren heute noch nicht abschliessend aussprechen.

Auch die praktische Frage, wie wir uns nach meiner Meinung zum Zinkgehalt der Nahrungsmittel z. B. der amerikanischen Ringäpfel stellen sollen, möchte ich nur kurz streifen. Nach meiner Meinung ist ihr — oft recht hoher — Zinkgehalt in der Regel oder fast ausnahmslos weder acut, noch chronisch schädlich. Ob Fälle von Idiosynkrasie gegen Zink vorkommen, wie sie beim Kupfer zu existiren scheinen, weiss ich nicht, möchte auch für eine Beurtheilung der Zinkfrage darauf keine grosse

---

1) Natürlich werden grosse Mengen löslicher Zinksalze auch einmal im Haushalte eine acute Magen-Darmaffection hervorzubringen vermögen.

2) Vgl. Brandl, Arbeiten aus d. k. Gesundheitsamt, Bd. XIII, S 104.

Rücksicht nehmen. Dagegen scheint mir für die praktische Hygiene auch in der Zinkfrage der gleiche Standpunkt, selbstverständlich wie ich ihn bei der Salicylsäure[1]) und den übrigen Conservirungsmitteln[2]), dem Kupfer und anderen Stoffen vertreten habe, die in grösseren Dosen wenigstens dem menschlichen Körper fremdartig sind.

Wir brauchen diese Stoffe jeden einzeln nicht ängstlich zu fürchten, wir können die Verantwortung übernehmen, den einen oder anderen (natürlich in bestimmter Maximaldose) zuzulassen, wenn es äussere Gründe (politische, nationalökonomische etc.) gebieterisch verlangen; wir werden dies aber nicht gerne thun und stets geltend machen, dass man thunlichst Alles vom Körper fern halten solle, was ihm auch nur unter Umständen (bei gewissen Schwächezuständen, grosser Idiosynkrasie, höherem Alter etc.) schaden könne, ohne ihm je nützlich zu sein. Nach dieser Ueberlegung gehört die Salicylsäure nicht in's Bier, die Borsäure nicht in's Fleisch, das Zink nicht in die Aepfel und das Kupfer nur dann in die deutschen Gemüse, wenn wirklich bewiesen ist, dass der deutsche Handel unter dem strengen Ausschluss des Kupfers leiden würde. Nie wird ein Hygieniker den Antrag stellen, diese Stoffe zu gestatten; er wird sie höchstens nach Würdigung der äusseren Gründe zu ihrer Duldung bestimmen lassen. Speciell bei den amerikanischen Aepfeln scheint mir gar kein Grund, den hohen Zinkgehalt zuzulassen; man gestatte allenfalls einen Minimalgehalt, wie er vielleicht durch zinkhaltigen Boden bedingt sein könnte, zwinge aber durch Confiscation stark zinkhaltiger Waare die amerikanischen Fabrikanten zu etwas kunstgerechterer Herstellung ihres wohlschmeckenden Productes.

1) Archiv f. Hygiene, Bd. V, 1886.
2) Methoden der prakt. Hygiene, Bergmann, Wiesbaden 1890, S. 278.

Ueber den Ursprung der in Culturgläsern auftretenden Kohlensäure.

Von

Bezirksarzt Dr. **W. Hesse**

in Dresden.

Im 26. Band, 1. Heft des Archivs für Hygiene hat Herr Stabsarzt Dr. Scheurlen, Privat-Docent für Hygiene und Bacteriologie an der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg, einen Aufsatz »Geschichtliche und experimentelle Studien über den Prodigiosus« veröffentlicht.

In diesem Aufsatze theilt Scheurlen unter Anderem mit, dass, wenn er in sterilisirten Glasröhrchen, die gewöhnliche, mit 2% Zucker versetzte und mit Soda neutralisirte Peptonbouillon enthielten, Prodigiosus übertrug, stets nach dem ersten oder zweiten Tage in dem geschlossenen Schenkel seines Apparates eine oft recht erhebliche, sich als Kohlensäure erweisende Gasblase auftrat, die sich meist nicht mehr vergrösserte, die aber ausblieb, wenn anstatt Soda Natriumphosphat zur Neutralisirung verwendet wurde.

Aus dieser Beobachtung zieht Scheurlen die weitgehendsten Schlüsse.

Er sagt unter Anderem Blatt 30: »Hesse[1]) hat also nichts anderes bestimmt, als diejenige Kohlensäuremenge, die er selbst

1) Vgl. Bezirksarzt Dr. W. Hesse, Ueber die gasförmigen Stoffwechselproducte beim Wachsthum der Bacterien. Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten, Bd. 15.

seinen Nährböden zugefügt hatte, und welche durch die von den Cholerabacillen gebildete Säure freigemacht worden war. Von einer Athmung der Bacterien, die genau so sein soll wie die der Thierwelt, kann gar keine Rede sein«, und zur Bekräftigung dieses Ausspruches auf demselben Blatt unter Punkt 5:

»Die in den Versuchen Hesse's von den Cholerabacillen ausgeathmete Kohlensäure ist keine andere als diejenige, welche von Hesse selbst dem Nährboden in Gestalt von Soda zugegesetzt, und welche durch die von den Cholerabacillen gebildete Säure wieder ausgetrieben wurde.«

Wenngleich es ein so wenig begründeter Einwurf kaum verdient, ernsthaft genommen zu werden, so scheint es mir doch nicht überflüssig, auf die Rolle einzugehen, die die Soda in künstlichen Nährböden spielt. Ein Blick auf die meiner Arbeit angefügten Versuchsprotokolle und Curven zeigt, dass die untersuchten, der atmosphärischen Luft ausgesetzten Bacterien in grossem Umfange Sauerstoff absorbirten und Kohlensäure ausschieden, dass diese Functionen wie beim Athmen der Thiere in ganz enger Beziehung zu einander standen, und dass die Kohlensäureausscheidung merklich geringer war als die Sauerstoffaufnahme, und zwar um so geringer, je mehr Sauerstoff zum Aufbau der Bacterien und zur Herstellung sonstiger Stoffwechselproducte verwendet wurde, mit anderen Worten, je lebhafter die Vermehrung der Bacterien von statten ging.

Greifen wir aus meinen Versuchen den 2. von mir beschriebenen mit Cholerabacillus angestellten Versuch heraus, in dem ein Culturglas von 50 ccm Inhalt, das 25 ccm Nähr-Agar-Agar und 25 ccm Gas enthielt, verwendet wurde, so findet man, wenn man sich die Mühe nimmt, die Kohlensäure zu berechnen, die während des ganzen Versuches von der Cultur ausgeschieden wurde, dass deren Menge mehr als 200 ccm betrug.

Was bedeutet hiergegen die von Scheurlen beobachtete Säureblase?

Weiter bedarf es nur eines ganz flüchtigen Blickes in meine Arbeit, um sich davon zu überzeugen, dass Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung ganz in derselben Weise, wie in Nähr-Agar-Agar, so in Nährböden vor sich ging, denen überhaupt keine Soda zugesetzt wurde, z. B. in gekochtem Hühnereiweiss und in erstarrtem Blutserum.

Wenn somit dargethan ist, dass der Scheurlen'sche Einwurf die von mir quantitativ nachgewiesene Athmung des Cholerabacillus und anderer Bacterien in keiner Weise zu erschüttern vermag, so bleibt nur noch zu erörtern übrig, ob denn überhaupt durch Verwendung von Soda meinen mit Nähr-Agar-Agar angestellten Versuchen ein Fehler anhaftet und welche Grösse derselbe besitzt.

Zu diesem Zwecke ist es nur nöthig, sich zu vergegenwärtigen, wieviel Kohlensäure mit der Soda in den Nährboden gelangt und wieviel in diesen wirklich übergeht. Zur Herstellung der erforderlichen, mit Lackmus deutlich nachweisbaren Alkalescenz von 1 l Nähr-Agar-Agar genügen unter allen Umständen 10 ccm einer Lösung von 28,6 g Crystallsoda in 100 ccm Wasser (Doppeltnormallösung). 25 ccm Nähr-Agar-Agar enthalten dann 2,86:40 = 0,0712 Crystallsoda mit 0,011 g = 5,6 ccm Kohlensäure (bei 0 ° C. und 760 mm Quecksilberdruck.) Diese 5,6 ccm Kohlensäure bleiben aber keineswegs im Nährboden, sie werden vielmehr, da der grösste Theil der zugefügten Soda zur Säuretilgung dient, beim Kochen des Nährbodens fast völlig ausgetrieben. Es muss demnach die der überschüssigen Sodamenge entsprechende Kohlensäure weit unter 5,6 ccm betragen. Ich habe zunächst durch blinde Versuche festzustellen versucht, wieviel Kohlensäure im Nährboden (1 l Nähr-Agar-Agar mit 10 ccm Doppeltnormalsodalösung versetzt) nach dem Alkalesciren und Kochen zurückbleibt.

Es wurde

1. einem mit 25 ccm Nähr-Agar-Agar versehenen Culturglase von 80 ccm Inhalt nach Verflüssigung des Nährbodens 1 ccm Normal-Schwefelsäure derart zugefügt, dass Gas aus dem Glase nicht entweichen konnte. Dem Glase wurden dann 11,8 ccm

Gas entnommen und darin 0,14 ccm Kohlensäure gefunden. Hieraus ergibt sich, dass, selbst wenn das Gas nicht warm gewesen wäre, und das Vierfache der entnommenen Gasmenge enthalten hätte, was thatsächlich nicht statthatte, doch nur 0,56 ccm Kohlensäure, also der zehnte Theil der dem Nährboden ursprünglich zugefügten, im Nährboden zurückgeblieben wären.

Es wurde, um den durch die Löslichkeit der Kohlensäure in Agar-Agar entstehenden Fehler auszuschliessen:

2. ein mit 25 ccm Nähr-Agar-Agar versetztes Culturglas von 78 ccm Inhalt auf 100° C. erwärmt und dem heissen Glase — gleichfalls unter Ausschluss von Gasaustritt — 2 ccm Normalschwefelsäure zugefügt. Es gelang, dem Glase 3,28 ccm Gas, nahezu den gesammten Gasinhalt, zu entnehmen (der abgekühlte aber noch flüssige Agar-Agar kochte im Glase). In demselben fanden sich etwa 0,2 ccm Kohlensäure.

Es wurde also durch diesen Versuch festgestellt, dass in dem Nährboden erheblich weniger als 0,5 ccm Kohlensäure zurückgeblieben war.

Endlich wurde

3. versucht, auch titrimetrisch die überschüssige Soda in dem Nährboden zu bestimmen. Dies gelang jedoch nicht, weil die Menge des Alkalis so gering war, dass Phenolphtalëin den Nährboden eben bemerkbar gelbroth färbte.

Man konnte aber schätzungsweise dadurch die Sodamenge bestimmen, dass man zu 5 ccm verflüssigten Nährboden soviel $^1/_{50}$ Normalsodalösung zufügte, bis durch Phenolphtalëin eine deutliche Rothfärbung eintrat. Dies geschah nach Zusatz von 0,2 bis 0,4 ccm.

1 ccm $^1/_{50}$ Normalsodalösung enthält 0,44 mg Kohlensäure, demnach 0,4 ccm der Lösung 0,18 mg Kohlensäure. Da 1,79 mg Kohlensäure = 1 ccm Kohlensäure, so sind 0,18 mg Kohlensäure = ca. 0,1 ccm Kohlensäure. Es sind demnach in 25 ccm Nährboden, die zur gasanalytischen Untersuchung verwandt wurden, unter allen Umständen weniger als 0,5 ccm Kohlensäure vorhanden gewesen.

Es wurde also nach beiden Verfahren Uebereinstimmung darin erzielt, dass 1. die Maximalgrenze des Kohlensäuregehaltes in 25 ccm Nähr-Agar-Agar weit unter 0,5 ccm liegt, und dass 2. die bei meinen gasanalytischen Versuchen über die Athmung der Bacterien die im Nährboden vorhandene, mit der Soda hineingelangte Kohlensäure die Untersuchungsergebnisse nicht im Mindesten zu beeinträchtigen vermochte.

Ueber die Steigerung der natürlichen Widerstandsfähigkeit durch Erzeugung von Hyperleucocytose.

Von

Privatdocent Dr. **Martin Hahn**.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität München.)

In einer früher erschienenen Arbeit [1]) wurde im Anschluss an eine Versuchsreihe von H. Buchner [2]) der Nachweis geführt, dass die bactericiden Stoffe des Blutes, die Alexine, zum grössten Theil den Leucocyten entstammen, und dass es sich hier höchst wahrscheinlich nicht um Zerfallsproducte, sondern um Secretionsproducte der weissen Blutkörperchen handelt.

Das allgemeine Interesse ist augenblicklich mehr der specifischen Serumtherapie zugewendet, vermuthlich, weil es auf diesem Gebiete leichter zu gelingen scheint, praktisch verwerthbare Erfolge zu erzielen. Das Studium des natürlichen Heilungsvorganges bei den bacteriellen Infectionsprocessen, soweit derselbe auf der persönlichen Widerstandsfähigkeit des betreffenden Individuums beruht, scheint dagegen mehr in den Hintergrund zu treten. Dass diese allgemeinen natürlichen Eigenschaften des thierischen Individuums aber mindestens die gleiche Beachtung verdienen, wie die künstlich erzeugte Immunität, dürfte ohne weiteres klar sein. Denn nur, wenn wir wissen, über welche Abwehrkräfte der Organismus im Beginne der Infection verfügt, und in welcher

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXII.

2) Münchener med. Wochenschr., S. 718.

Weise dieselben in Wirksamkeit treten, werden wir uns darüber klar werden können, wie sich der anscheinend weit complicirtere Vorgang der Immunitätserwerbung vollzieht.

Am Schlusse der früher erschienenen Arbeit war auf einige Experimente hingewiesen worden, die gleichfalls für einen Ursprung der Alexine aus den Leucocyten sprechen und zugleich beweisen, dass eine künstlich erzeugte Hyperleucocytose eine gleichzeitige Infection beim Versuchsthier günstig zu beeinflussen im Stande ist: es waren dies die Versuche von Pawlowsky[1]), sowie von Löwy und Richter[2]). Seitdem ist eine ausführliche und eingehende Publication über diesen Gegenstand von P. Jacob[3]) erschienen. Jacob behandelte Kaninchen mit intravenösen oder subcutanen Albumoseinjectionen und liess die Infection mit Pneumococcen oder Mäusesepticaemiebacillen in zeitlich mannigfach variirter Weise der Injection folgen oder vorangehen. Wenn die Infection im Stadium der künstlich erzeugten Hypoleucocytose vorgenommen wurde, so ging das Thier stets zu Grunde und zwar meist schneller als das Controlthier. »Dagegen war es von äusserst günstigem Einfluss auf den Krankheitsverlauf, wenn die Infection zur Zeit der Hyperleucocytose geschah und zwar im ansteigenden Aste derselben«.

Die Versuche Jacob's sind so klar und sprechend, dass man eigentlich nur den einen Einwand dagegen erheben kann, den der Verfasser sich schon selbst gemacht hat: eine gleichmässige Virulenz der Bacterienculturen ist, namentlich bei den Pneumococcen, sehr schwer längere Zeit zu erhalten. Auf diesen Punkt muss aber, wenn die Resultate eindeutig sein sollen, doch ein gewisses Gewicht gelegt werden.

Bei den Versuchen, die wir schon längere Zeit vor der Publication von Jacob angestellt haben, wurden daher Milzbrandbacillen gewählt, deren Virulenz sich in Form der Sporen, die man vor der Infection einige Stunden in Bouillon auskeimen lässt, leicht dauernd auf der gleichen Höhe erhalten lässt.

1) Centralbl. f. Bact., Bd. XVI, 1892.
2) Deutsche med. Wochenschr., 1895, Nr. 15.
3) Zeitschr. f. klin. Medicin, Bd. 30, Heft 5 u. 6.

Ausserdem wurde stets gleichzeitig ein Controlthier inficirt. Das Resultat dieser Versuche war kein so glänzendes, wie in den Jacob'schen Experimenten. Meist trat allerdings ein verzögerter Verlauf der Milzbrandinfection ein; in zwei Versuchen wurden die Thiere sogar vollkommen gerettet. Zur Injection wurde in diesen beiden Fällen ein Albumosengemenge verwendet, das aus feuchtem Fibrin durch Verdauung mit 2 proc. Papayotinlösung hergestellt war und in Dosen von 0,2—1 g trockener Substanz bei Kaninchen und Meerschweinchen eine ziemlich beträchtliche Hyperleucocytose hervorruft. Die beiden Versuche, in denen es gelang, die Thiere durch Injection dieses Albumosengemenges von einer sonst tödtlich verlaufenen Milzbrandinfection zu retten, seien hier angeführt.

I. Versuch.

1 Kaninchen von 2350 g erhält:

Zeit	Leucocytenzahl	Injection von Papayotinalbumose
18. Juli 9½ Uhr	14 800	0,2 g
18. » 10½ »	10 000	0,4 »
18. » 12½ »	23 200	0,6 »
18. » 4 »	23 600	—
19. » 12 »	22 400	—

Das Thier erhält am 18. um 12½ Uhr gleichzeitig, aber getrennt, 0,5 ccm 1 tägiger Milzbrandbouilloncultur, desgl. ein Controlthier von 2420 g. Das Controlthier starb am 21. Juli, typischer Milzbrandbefund. Das behandelte Thier bleibt am Leben. Am 1. Aug. wird es, ohne dass seit dem 18. Juli eine weitere Behandlung stattgefunden hätte, von neuem mit 0,5 ccm Milzbrandbouilloncultur geimpft. Er stirbt am 14. August an typischem Milzbrand, war also nicht immun.

II. Versuch.

1 Kaninchen von 2510 g erhält:

Zeit	Leucocytenzahl	Injection von Papayotinalbumose
23. Juli 8½ Uhr	12 800	0,2 g
23. » 9½ »	11 600	0,4 »
23. » 11½ »	19 200	0,6 »
23. » 6 »	22 800	0,6 »
24. » 10½ »	16 000	—

Das Thier erhält am 23. Juli um 6 Uhr gleichzeitig, aber getrennt, 0,5 ccm 1 tägiger Milzbrandbouilloncultur subcutan. Desgl. ein Controlthier von 2720 g. Letzteres stirbt am 25. an typischem Milzbrand. Das behandelte Thier bleibt am Leben. Am 1. August wird es nochmals in gleicher Weise mit Milzbrand inficirt, stirbt am 4. August an typischem Milzbrand, war also nicht immun.

Diesen immerhin günstigen Versuchsresultaten stehen aber, wie schon erwähnt, eine ganze Reihe ungünstig verlaufener Versuche gegenüber. Zum Theil dürften sich die ungünstigen Ergebnisse jetzt nach den Resultaten, die Jacob erzielt hat, vielleicht so erklären, dass die Infection im Stadium der Hypoleucocytose erfolgte, worauf nicht immer genügend geachtet wurde. Dieser Einwand trifft aber nicht für alle Versuche zu.

Der Grund, weshalb beim Kaninchen nach dieser Richtung so schwer Erfolge zu erzielen sind, scheint vielmehr doch noch ein anderer zu sein. Es gelingt zwar sehr leicht, beim Kaninchen die Zahl der Leucocyten im circulirenden Blute zu steigern, aber die Hyperleucocytose fällt beim Kaninchen sehr schnell ab, wenn man nicht durch fortwährend erneute Injectionen steigender Mengen dafür sorgt, dass der chemotactische Reiz stets in genügender Grösse vorhanden ist. Dann muss man aber Quantitäten dem Thierkörper einverleiben, bei denen wahrscheinlich ungünstige Nebenwirkungen in den Vordergrund treten und den Organismus des Thieres einem Fortschreiten des Infectionsprocesses zugänglicher machen. Sonach ist eine Steigerung der natürlichen Widerstandsfähigkeit beim Kaninchen auf diesem Wege überhaupt nur innerhalb sehr geringer Grenzen möglich. Man kann also das Kaninchen auch nicht als das geeignetste Versuchsthier betrachten, wenn es gilt, die Frage, ob eine Erhöhung der natürlichen Widerstandsfähigkeit durch künstlich erzeugte Hyperleucocytose möglich sei, zu entscheiden. Das trat auch deutlich hervor, als wir auf einem andern Wege der Lösung dieser Frage näher zu kommen suchten.

Die bactericide Wirkung des Hundeblutes im Stadium der Hyperleucocytose.

Nachdem die leucocytenhaltigen Flüssigkeiten (artificielle Pleuraexsudate etc.) sich als so ausserordentlich stark bactericid

erwiesen hatten, lag ja der Gedanke nahe, auch die Wirkung des Blutes im Stadium der Hyperleucocytose mit der bactericiden Leistungsfähigkeit des Blutes von normalem Leucocytengehalt zu vergleichen. Die Versuche wurden zunächst auch am Kaninchen angestellt. Aber auch bei dieser Versuchsanordnung liessen sich beim Kaninchen keine Resultate erzielen, die eine absolute Beweiskraft für eine positive oder negative Beantwortung der Frage gehabt hätten. Erst als wir anfingen am Hunde und zwar mit genau derselben Versuchsanordnung zu experimentiren, gelang es, Erfolge zu erzielen, die unzweifelhaft für eine stärkere bactericide Wirksamkeit des leucocytenreichen Blutes sprechen. Die Versuche waren allerdings auch hier nicht ganz leicht in ihrer Ausführung, denn die Differenzen, die man auf diesem Wege erzielen kann, sind immerhin nicht sehr grosse. Schnelles und dabei genaues Arbeiten ist auch hier Haupterfordernis und sodann auch eine Bacteriencultur, die der Einwirkung der Alexine einerseits nicht zu geringen, andererseits aber auch nicht zu grossen Widerstand bietet. Die Versuchsanordnung war im allgemeinen folgende: Gesunden, kräftigen Hunden wurde aus der Karotis in der üblichen Weise Blut entzogen, das sofort defibrinirt wurde. Auf die Verwendung von Serum wurde sehr bald verzichtet, weil sich herausstellte, dass das dabei unumgängliche eintägige Aufbewahren des Blutes im Eisschrank schon die bactericide Leistung etwas herabsetzt und so jedenfalls nicht die volle ursprüngliche Wirkungsgrösse erkennen lässt. Nach der ersten Blutentziehung wurde sofort die Leucocytenzahl im arteriellen Blut festgestellt, meist auch die Temperatur im Anus, darauf erhielt der Hund eine Injection von leucocytose-erregenden Mitteln. Beim Thiere braucht man in dieser Beziehung nicht allzu wählerisch zu sein, da hier auf die locale Reizung, die Temperatursteigerungen keine allzu grosse Rücksicht zu nehmen nöthig ist. Die meisten Eiweisskörper, besonders aber die hydrirten, wie die Albumosen-Peptone, rufen, wie oben erwähnt wurde und ja auch schon aus anderen Arbeiten (Rieder, Löwit, Goldscheider und Jacob, Matthes) bekannt ist,

in relativ kleinen Dosen (0,2—1,0 g) bei Kaninchen und Meerschweinchen schon Hyperleucocytose hervor[1]).

Bei Hunden ist die Erzeugung einer starken und anhaltenden Hyperleucocytose schon etwas schwieriger. Bei den vorliegenden Versuchen haben wir mit Vortheil eine Hefe-Nucleïnlösung verwendet, die uns von der Firma Parker, Davis & Co. in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt war.

Auch ein Nucleïnsäure-Präparat aus der gleichen Bezugsquelle hat uns gute Dienste geleistet. Von der Nucleïnlösung-Parker wurden dem Hunde 6—7 ccm subcutan unter die Bauchhaut injicirt. Der Hund erhielt dann zu fressen und zu trinken und nach 5 Stunden wurde dann zum zweiten Male Blut entzogen und defibrinirt, nachdem mit dem Thoma-Zeiss-Apparat die Hyperleucocytose festgestellt war. Die beiden Blutproben wurden sofort nach der Entnahme in der üblichen Weise zum bactericiden Versuch verwendet. Es erwies sich als nicht rathsam, etwa beide Proben gleichzeitig zu impfen. Die erste Blutprobe muss dann 5 Stunden im Eisschrank stehen und selbst in dieser kurzen Zeit kann, wie sich z. B. aus dem folgenden Versuche ergibt, eine geringe Abnahme der bactericiden Leistung stattfinden.

Tabelle I.

Aussaat: Bacterium coli. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm defibrin. Hundeblut, sofort untersucht	2496	396	28	—
a₁ Desgl.	2528	480	34	—
b 2 ccm defibrin. Hundeblut, nach 5 Stunden	2688	1408	71	—
b₁ Desgl.	3200	1344	53	—

1) Auch normales Pferdeserum bewirkt in Dosen von 2 ccm schon beim Meerschweinchen ein Ansteigen der Leucocytenzahl und ebenso in der Menge von 4 ccm beim Kaninchen, wie die folgenden beiden Versuche beweisen:

1. Ein Meerschweinchen von 620 g erhält 2 ccm normales Pferdeserum subcutan injicirt. Leucocytenzahl: Vor der Injection 10 800,
nach 3½ Stunden 22 600,
nach 5½ Stunden 14 000.

Sicher ist es also nothwendig, die Blutproben sofort zu verarbeiten. Daraus ergibt sich nun eine gewisse Schwierigkeit bezüglich der Bacterien-Aussaat: man muss die zweite Blutprobenreihe mit derselben Bacterienzahl impfen; in der zur Aussaat verwendeten Bacteriensuspension darf also keine Vermehrung oder Verminderung der Keimzahl eintreten. Das ist, wenn die Zeitdifferenz nur 5 Stunden beträgt, mit Sicherheit zu erreichen, wenn man die Aufschwemmung der Bacterien im destill. Wasser mit etwa $^1/_{10}$ Vol. steriler Bouillon versetzt und sie im Eisschrank bei etwa + 10° hält. Wenn die Verarbeitung der zweiten Blutprobe erst nach 24 Stunden und mehr stattfindet — wie das in einigen später zu besprechenden Versuchen der Fall war — so lassen sich Differenzen in der Aussaatgrösse kaum vermeiden. Natürlich müssen zur Abmessung der Bacterien-Aussaat stets die gleichen Pipetten in beiden Versuchsreihen verwendet werden. Die weitere Verarbeitung der Blutproben, die Feststellung der Keimzahl erfolgte im übrigen nach der im Buchner'schen Laboratorium stets üblichen Methode. Natürlich gelingt es, wie stets, wo es sich in derartigen Versuchen um quantitative Differenzen handelt, nicht immer, zu wirklich sprechenden Resultaten zu kommen, wenn die Bacterien-Aussaat zu klein oder zu gross, oder die geprüfte Bacterien-Cultur überhaupt ungeeignet war. Aber im allgemeinen war bei der oben beschriebenen Versuchsanordnung die Anzahl der Fehlversuche nur eine sehr geringe. Von derartigen am Hunde angestellten Versuchen seien die folgenden hier angeführt.

Versuch I.

Einem Hunde von 5½ kg wird um 9 Uhr morgens Blut aus der Carotis entzogen. Leucocytenzahl 8200. Er erhält 7 ccm Nuclëin Parker subcutan injicirt. Um 2 Uhr zweite Blutentziehung aus der Femoralis. Leucocytenzahl 21 200. Der bactericide Versuch ergibt folgende Resultate:

---

2. Ein Kaninchen von 2450 g erhält 4 ccm normales Pferdeserum injicirt. Leucocytenzahl: Vor der Injection 8 200,
nach 2 Stunden 12 800,
nach 5½ Stunden 12 800.

Tabelle II.

Aussaat: Bacterium coli. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut, activ	1088	640	138	unzählige
a_1 Desgl.	1024	384	131	»
a_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	1600	1736	mehr. Hunderttaus.	»
b 2 ccm Leucocytenblut, activ	1152	162	8	2752
b_1 Desgl.	1792	240	28	—
b_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	1088	1472	mehr. Hunderttaus.	unzählige

Tabelle III.

Aussaat: Staphylococcus pyogen. aureus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut, activ	6592	3664	4032	unzählige
a_1 Desgl.	5760	3450	2688	»
a_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	9984	mehr. Hunderttaus.	unzählige	»
b 2 ccm Leucocytenblut, activ	6144	3840	91	mehr. Hunderttaus.
b_1 Desgl.	5248	3520	103	»
b_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	11328	mehr. Hunderttaus.	unzählige	unzählige

Tabelle IV.

Aussaat: Bac. pyocyaneus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut, activ	2176	768	173	unzählige
a_1 Desgl.	1920	576	137	»
a_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	2496	3072	mehr. Hunderttaus.	»
b 2 ccm Leucocytenblut, activ	1728	70	5	40
b_1 Desgl.	1664	55	3	0
b_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	2560	4032	mehr. Hunderttaus.	unzählige

Versuch II.

13. Februar. Einem Hunde von 8 Kilo wird um 9 Uhr morgens Blut aus der Carotis entnommen. Leucocytenzahl 8000. 7 ccm Nuclëin Parker subcutan injicirt. Nachmittags 2 Uhr wird wiederum Blut entnommen aus der Femoralis. Leucocytenzahl 18 600.

Tabelle V.

Aussaat: Bacterium coli. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut	2304	216	13	unzählige
a₁ Desgl.	2112	130	6	0
a₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	3840	4032	unzählige	unzählige
b 2 ccm Leucocytenblut	2170	115	4	0
b₁ Desgl.	2304	46	6	0
b₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	3008	2240	unzählige	unzählige

Tabelle VI.

Aussaat: Staphylococcus pyogen. aureus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut	2304	185	28	unzählige
a₁ Desgl.	2240	200	19	576
a₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	2112	mehr. Hunderttaus.	unzählige	unzählige
b 2 ccm Leucocytenblut	1920	13	2	272
b₁ Desgl.	1600	19	0	0
b₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	verunrein.	—	—	—

Tabelle VII.

Aussaat: Bac. pyocyaneus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut	3392	160	23	11328
a₁ Desgl.	2112	101	11	2624
a₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	2240	3200	mehr. Hunderttaus.	unzählige
b 2 ccm Leucocytenblut	2048	44	2	0
b₁ Desgl.	2240	55	8	4
b₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	3328	4544	40 000	unzählige

III. Versuch.

26. Februar. Einem Hunde von 7 Kilo wird um 9 Uhr morgens Blut aus der Carotis entzogen. Leucocytenzahl 12 800. Injection von 7 ccm Nucleïn Parker. Um 2 Uhr wird wiederum Blut entzogen (Femoralis). Leucocytenzahl 24 800.

Tabelle VIII.

Aussaat: Staphylococcus pyogen. aureus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
a 2 ccm normales Blut	5824	2644	512	unzählige
a_1 Desgl.	5940	2820	576	»
a_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	9088	9840	mehr. Hunderttaus.	»
b 2 ccm Leucocytenblut	5440	3008	214	»
b_1 Desgl.	6144	2816	215	»
b_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	4928	6720	mehr. Hunderttaus.	»

Tabelle IX.

Aussaat: Bac. pyocyaneus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
a 2 ccm normales Blut	3392	896	105	unzählige
a_1 Desgl.	4032	1024	149	»
a_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	5632	5876	mehr. Hunderttaus.	»
b 2 ccm Leucocytenblut	4544	896	38	1344
b_1 Desgl.	5312	832	42	5248
b_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	6726	6808	mehr. Hunderttaus.	unzählige

Das Ergebnis dieser Versuche dürfte klar zu Tage liegen: Das im Stadium der Hyperleucocytose entnommene Hundeblut wirkte stets stärker bactericid als das normale Blut desselben Thieres. Allerdings ist die stärkere Wirkung nicht immer in gleichem Maasse ausgesprochen und eine bestimmte Beziehung zur Leucocytenzahl dürfte nur aus einer sehr grossen Reihe von Versuchen zu ermitteln sein. Wenn aber überhaupt ein starkes Ansteigen der Leucocytenzahl eintritt, so stellt sich auch — und darauf möchten wir ein Hauptgewicht legen — die bactericide Mehrleistung im Blute ein. Dass diese Vermehrung der keimtödtenden Wirksamkeit kein rasch vorübergehendes Phänomen ist, das mag der folgende Versuch zeigen, bei dem Nucleïnsäure Parker injicirt wurde und der Zwischenraum zwischen den beiden Blutentziehungen 24 Stunden betrug und beide Blutentziehungen am Morgen vorgenommen wurden.

IV. Versuch.

Einem Hunde von $6^1/_2$ kg wird um 10 Uhr morgens Blut aus der Carotis entzogen. Leucocytenzahl 11 800. Temperatur 39,8. Am abend um 6 Uhr werden ihm 6 ccm 5 proc. Nucleïnsäurelösung subcutan eingespritzt. Am nächsten Morgen um 10 Uhr wird zum zweiten Male Blut entzogen. Leucocytenzahl 17 000. Temp. 40,3.

Tabelle X.

Aussaat: Bacterium coli. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut	2368	1280	65	unzählige
a₁ Desgl.	2688	1088	60	»
a₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	3200	4480	unzählige	»
b 2 ccm Leucocytenblut	5376	275	12	66 560
b₁ Desgl.	4672	202	27	—
b₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	7744	14464	unzählige	unzählige

Tabelle XI.

Aussaat: Staphylococcus pyogen. aureus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut	6592	3712	4416	unzählige
a₁ Desgl.	5888	4864	6236	»
a₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	6200	10496	unzählige	»
b 2 ccm Leucocytenblut	5184	288	472	»
b₁ Desgl.	8000	688	1920	»
b₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	9536	unzählige	unzählige	»

Tabelle XII.

Aussaat: Bac. pyocyaneus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std
a 2 ccm normales Blut	25 600	6912	4992	unzählige
a₁ Desgl.	59 960	8964	3712	»
a₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	38 400	unzählige	unzählige	»
b 2 ccm Leucocytenblut	30 720	624	95	»
b₁ Desgl.	38 272	720	76	476 610
b₂ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	25 600	unzählige	unzählige	unzählige

Schon dieser Versuch beweist eigentlich, dass die Verschiedenheit in der Tageszeit, zu welcher die Blutentnahmen erfolgten (morgens bis nachmittags), sowie die Fütterung in den früheren Versuchen die bactericide Leistung nicht beeinflusst haben kann: denn hier ist das Resultat das gleiche gewesen, trotzdem das Blut beide Mal am Morgen entnommen wurde. Um aber auch von der Einwirkung anderer Factoren (wie z. B. Fütterung, die erste Blutentziehung als solche) ein Bild zu gewinnen, wurde ein Versuch angestellt, in welchem nichts injicirt wurde, sondern nur morgens und nachmittags einem kräftigen Hunde, der nach der ersten Blutentnahme gefüttert wurde, Blut entzogen wurde.

Tabelle XIII.

Aussaat: Bacterium coli. Colonieenzahl auf den Platten.

	Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
a	2 ccm defibr. Hundeblut, morgens entnommen	2496	396	28	unzählige
a_1	Desgl.	2528	480	34	»
b	2 ccm defibr. Hundeblut, nachmittags entnommen	3264	448	12	»
b_1	Desgl.	2752	384	13	»

Da auf jede Blutentziehung früher oder später ein Ansteigen der Leucocytenzahl zu folgen pflegt, so wäre es natürlich möglich, dass, wenn die erste Blutentziehung einmal eine sehr schnell eintretende, starke Hyperleucocytose im Gefolge hat, auch ohne Injection sich in einer zweiten Blutprobe eine bactericide Mehrleistung bemerkbar macht. Jedenfalls aber darf man hiernach sagen, dass in allen vorliegenden Versuchen die Vermehrung der bactericiden Wirksamkeit in der zweiten Blutprobe auf das gleichzeitige Ansteigen der Leucocytenzahl zu beziehen ist.

Nach diesen günstigen Ergebnissen, welche die Experimente mit Hundeblut in vitro geliefert hatten, wäre es naheliegend gewesen, die früher benutzte Versuchsanordnung gleichfalls am

Hunde zu erproben, d. h. zu untersuchen, ob diese Thierspecies sich bei künstlich gesteigerter Leucocytenzahl der Infection mit lebenden Bacterien gegenüber widerstandsfähiger zeigen würde. Leider war die Ausführung derartiger Versuche nicht möglich. Wir verfügen nämlich über keine Bacterienspecies, deren Einimpfung mit absoluter Sicherheit eine tödtliche Septicaemie beim Hund hervorruft. Wenn aber der Tod des Controlthiers nicht in allen Fällen eintritt, so fehlt auch der sichere Untergrund für etwaige Schlüsse, die man aus dem Thierexperiment ziehen könnte. Aber selbst die Milzbrandinfection des Hundes verläuft bekanntlich bei weitem nicht immer tödlich, und auch für andere bacterielle Septicaemieerreger scheint der Hund relativ unempfänglich zu sein. Eine auffallend günstige, im Thierexperiment nachweisbare Wirkung der Hyperleucocytose ist aber zwar nicht ausschliesslich, aber doch vor allem in denjenigen Infectionen zu erwarten, bei welchen die Bacterien nicht localisirt bleiben, sondern bei denen sie wirklich in den Blutkreislauf übergehen. Diphtherie- oder Typhusbacillen z. B. sind daher hier für die Impfung unverwendbar. Bei dieser Sachlage blieb daher nichts übrig, als von einem derartigen Infectionsexperiment vorläufig Abstand zu nehmen.

Die bactericide Wirkung des menschlichen Blutes im Stadium der Hyperleucocytose.

Als eine weitere wichtige Frage dürfte aber ferner das Verhalten des menschlichen Blutes im Stadium der Hyperleucocytose gelten. Das nicht völlig übereinstimmende Verhalten, welches, wie oben erwähnt, das Kaninchenblut gegenüber dem Hundeblute nach dieser Richtung gezeigt hatte, liess es als ungewiss erscheinen, ob die Schlussfolgerung von der bactericiden Mehrleistung des leucocytenreichen Blutes so ohne weiteres auch auf den Menschen übertragen werden könne.

Durch das grosse Entgegenkommen und die stetige Unterstützung, die mir Herr Privatdocent Dr. Rieder zu theil werden liess, war es mir möglich, auf der medicinischen Klinik des Herrn Geheimrath Prof. Dr. v. Ziemssen einige Versuche nach

dieser Richtung hin anzustellen. Vorweg sei bemerkt, dass es keineswegs so leicht, wie beim Meerschweinchen, Hunde oder Kaninchen, auch beim Menschen gelingt, eine beträchtliche Hyperleucocytose hervorzurufen. Namentlich vergeht bis zum Eintritt der Reaction, die immer mit einer bald schwächeren (1° C.), bald stärkeren (2° C.) Temperaturerhöhung verbunden ist, eine erheblich längere Zeit beim Menschen als beim Thier. Meist verfliessen 8—12, auch 14 Stunden, ehe die Leucocytenzahl stark gestiegen ist. Ferner sind natürlich grössere Mengen der leucocytoseerregenden Mittel erforderlich und diese wirken ihrerseits wieder bei subcutaner Injection local mehr oder minder reizend. Derartige unerwünschte Nebenwirkungen treten beim Thierexperiment auch auf, aber sie wirken dort naturgemäss nicht so hinderlich, wie bei der Anwendung am Menschen. So zeigten sich z. B. bei der Injection von 6 ccm Nucleïnlösung Parker — übrigens die Maximaldosis, die von der Fabrik angegeben wird — beim Menschen schon anhaltende Schmerzempfindungen, auch Erythem an der Injectionsstelle, ohne dass der beabsichtigte Effect, eine starke Hyperleucocytose, erreicht wurde. Nucleïnsäure (0,1 g), sowie Sperminlösung (3 ccm) hatten bei dieser Dosirung gar keinen Erfolg, womit natürlich namentlich bezüglich der Nucleïnsäure noch kein völlig absprechendes Urtheil gefällt werden kann. Nach Injection von 5 g Somatose trat wohl eine Temperaturerhöhung auf 38,5°, aber keine starke Vermehrung der Leucocytenzahl ein. Ein Deuteroalbumosenpräparat, das nach den Kühne-Neumeister'schen Angaben hergestellt war, bewirkte in Dosen von 0,4 g ein Ansteigen der Temperatur auf 38°, der Leucocytenzahl von 6600 auf 9200, also immerhin eine deutliche Wirkung, die sehr wohl therapeutisch verwendbar sein könnte, ebenso wie die der Nucleïnlösung, die aber nur für die Zwecke des Experimentes nicht ausreichend war. Es zeigte sich nämlich bald, dass bei einer nur schwachen Vermehrung der Leucocytenzahl eine Steigerung der bactericiden Leistung bei der üblichen Versuchsanwendung nicht in Erscheinung tritt. Nur, wenn man wenigstens Zahlen von 12—14 000 Leucocyten findet, darf man hoffen, dass der

bactericide Versuch ein klares, positives Resultat geben wird. Damit ist aber, wie erwähnt, durchaus noch nicht gesagt, dass man sich für therapeutische Zwecke nicht mit einer viel geringeren Steigerung der Leucocytenzahl und dementsprechend auch mit den schwächer wirkenden Injectionsmitteln begnügen könnte. Eine derartige starke Hyperleucocytose, wie sie für die vorliegenden Versuche nöthig war, tritt nun aber während der Tuberculin-Reaction in der Regel ein. So haben wir denn, so lange es sich nur um die endgiltige Entscheidung der Frage handelte, ob überhaupt eine stärker bactericide Wirkung im menschlichen Blute während der Hyperleucocytose nachzuweisen ist, für unsere Versuche Patienten benutzt, die der Tuberculin-Reaction unterzogen wurden. Die Versuchsanordnung war im wesentlichen die frühere. Am Morgen erfolgte die erste Blutentziehung aus der Armvene, im Laufe des Tages, gewöhnlich erst gegen Abend die Tuberculin-Injection, am nächsten Morgen dann die zweite Blutentziehung. Die Leucocytenzahl wurde vor der ersten und vor der zweiten Blutentziehung mitunter auch mehrmals in der dazwischen liegenden Zeit festgestellt. Selbstverständlich wurden die Aderlässe nur an solchen Personen, denen die Blutentziehung nichts schaden, sondern während der Reaction eher eine Erleichterung bieten konnte, ausgeführt. Da immer an jede Blutentziehung sofort der bactericide Versuch angeschlossen wurde, lag zwischen der Prüfung des »normalen« und des »Leucocytenblutes« ein Intervall von 24 Stunden, ein Umstand, der es, wie oben angedeutet, sehr erschwert, die Bacterien-Aussaat in beiden Reihen gleich zu gestalten. Dazu kommt noch die Schwierigkeit, geeignete Personen zu finden, die Hyperleucocytose genügend hoch zu gestalten, da die Reactionshöhe auch beim Tuberculin grossen individuellen Schwankungen unterliegt, so dass, im ganzen genommen, die Versuche am Menschen zu recht complicirten wurden und eine Ergebnisreihe lieferten, die im Verhältnis zur Zahl der überhaupt angestellten Experimente nur klein, wenn auch beweisend zu nennen ist. Sicher müsste Anstand genommen werden, auf Grund des vorliegenden Materials Schlüsse zu ziehen, wenn nicht

einerseits die grossen, beweiskräftigen Zahlenreihen der Thierversuche vorher gewonnen wären und wenn nicht gerade die Fehlversuche, die bei der Prüfung des menschlichen Blutes eintraten, auch sehr lehrreich gewesen wären. Sie zeigten nämlich stets, dass, wenn die Leucocytenzahl nur unerheblich oder gar nicht gestiegen war, bei annähernd gleicher Aussaat auch die bactericide Leistung des menschlichen Blutes in den vor und nach der Injection gewonnenen Blutproben fast die gleiche war. Um so sicherer konnte aber auf einen ursächlichen Zusammenhang mit der Hyperleucocytose geschlossen werden, wenn thatsächlich eine Steigerung des bactericiden Vermögens in der zweiten, nach Eintritt einer starken Hyperleucocytose entnommenen Blutprobe sich bemerkbar machte, wie das in den folgenden Versuchen der Fall war.

Versuch I.

Weibliche Person. Temp. vor der Tuberculininjection bei der ersten Blutentnahme 37,2. Leucocytenzahl 8400. Temp. nach der Injection 24 Stunden später, bei der zweiten Blutentnahme 40,1. Leucocytenzahl 17 000.

Tabelle XIV.

Aussaat: Staphylococcus pyogen. aureus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut	1216	640	145	unzählige
a_1 Desgl.	832	832	185	»
a_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	896	3440	mehr. Hunderttaus.	»
b 2 ccm Leucocytenblut	704	116	5	0
b_1 Desgl.	604	28	6	768
b_2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	768	1280	4540	unzählige

Versuch II.

Männliche Person. Temperatur vor der Tuberculininjection bei der ersten Blutentnahme 37,2. Leucocytenzahl 8800. Temperatur nach der Injection 24 Stunden später, bei der zweiten Blutentnahme 39,1. Leucocytenzahl 13 000.

Tabelle XV.

Aussaat: Bacterium coli. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
a 2 ccm normales Blut	3904	1664	256	unzählige
a1 Desgl.	4544	1792	384	»
a2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	2112	5120	unzählige	»
b 2 ccm Leucocytenblut	3986	320	14	»
b1 Desgl.	6080	1472	56	450
b2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	7552	7680	unzählige	unzählige

Tabelle XVI.

Aussaat: Staphylococcus pyogen. aureus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
a 2 ccm normales Blut	8 384	1 280	576	unzählige
a1 Desgl.	8 576	1 920	1088	»
a2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv	9 792	9 852	unzählige	»
b 2 ccm Leucocytenblut	5 248	384	12	2304
b1 Desgl.	12 480	320	61	4928
b2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	10 304	10 024	unzählige	unzählige

Tabelle XVII.

Aussaat: Bac. pyocyaneus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
a 2 ccm normales Blut	16 384	1 024	21	47
a1 Desgl	11 648	576	46	22
a2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	17 088	20 992	unzählige	unzählige
a 2 ccm Leucocytenblut	10 944	98	10	90
b1 Desgl	12 096	106	29	1088
b2 Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	12 544	14 334	unzählige	unzählige

Versuch III.

Männliche Person. Temperatur bei der ersten Blutentnahme vor der Tuberculininjection 37,0. Leucocytenzahl 8400. Temperatur bei der zweiten Blutentnahme am nächsten Morgen 38,1. Leucocyten 13 000.

Tabelle XVIII.

Aussaat: Staphylococcus pyogen. aureus. Colonieenzahl auf den Platten.

Inhalt der Proben	Sofort nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
a 2 ccm normales Blut	7 680	3 456	4800	unzählige
a₁ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	7 820	3 600	unzählige	»
b 2 ccm Leucocytenblut	13 504	4 800	832	»
b₁ Desgl., auf 55° erhitzt, inactiv .	13 732	17 280	unzählige	»

Aus diesen Versuchen darf wohl der Schluss gezogen werden, dass auch das bactericide Vermögen des menschlichen Blutes im wesentlichen von der Leucocytenzahl abhängt. Damit soll natürlich nicht gesagt werden, dass die Leucocyten der einzige maassgebende Factor für die Vernichtung der Bacterien im Organismus sind. Ein derartiger Schluss müsste als durchaus voreilig bezeichnet werden. Wir wissen ja noch gar nicht, über welche andere Hilfsmittel der Organismus zur Abwehr bacterieller Infectionen verfügt und ob nicht alle Zellen und Gewebe des Körpers das Eindringen der Bacterien in ähnlicher Weise abzuwehren vermögen wie die Leucocyten. Aber wir wissen, dass die Weiterverbreitung der meisten Bacterienarten vornehmlich auf dem Wege der Blutbahn erfolgt und dass demnach in dem bactericiden Vermögen des Blutes der mächtigste Schutz gegenüber der Entstehung einer Septicaemie gegeben sein muss. Auch die Harnstoffbildung im Organismus erfolgt wahrscheinlich nicht in der Leber ausschliesslich. Aber es darf als festgestellt gelten, dass die Leber die Hauptstätte dieser Synthese ist und, wenn wir die Bedingungen, unter denen sich in normalen und pathologischen Verhältnissen die Harnstoffbildung vollzieht, studiren wollen, so halten wir uns eben zunächst an die Vorgänge in der Leber. Ebenso steht es nach den obigen Darlegungen mit der natürlichen Widerstandsfähigkeit des Menschen. Sie findet ihren vornehmlichen Ausdruck in der bactericiden Leistung des Blutes.

Wenn nun aber, wie das nach den obigen Versuchen höchst wahrscheinlich ist, die bactericide Leistung des Blutes und damit

die Grösse der natürlichen Widerstandsfähigkeit wesentlich von der Leucocytenzahl abhängt, so muss auch diese mehr in den Vordergrund der klinischen Erörterungen treten als bisher[1]. Besonders die Anschauungen über das Fieber, das häufig der Hyperleucocytose parallel zu gehen scheint, und den Werth einer antipyretischen Behandlung im gegebenen Falle dürften von diesem Gesichtspunkte aus vielleicht eine Aenderung erfahren. Schon der normale Ablauf eines bacteriellen Infectionsprocesses bedingt bekanntlich vielfach Fieber und Hyperleucocytose. Beide Symptome können hervorgerufen werden durch die Leibessubstanz der Bacterien. Diese Thatsache ist durch vielfache Untersuchungen dargethan und findet besonders ihren Ausdruck in der Tuberculinwirkung. Man könnte also auch hier eine gewisse Zweckmässigkeit sehen; denn die Bacterien geben somit, unter der Voraussetzung, dass Hyperleucocytose und erhöhte bactericide Leistung zusammenfallen, selbst den Anreiz zu einer vermehrten Production derjenigen Substanzen im thierischen Organismus, die ihre eigene Vernichtung herbeiführen. Aehnlich muss ja auch bei der activen künstlichen Immunisirung das von den Bacterien erzeugte Toxin den Anstoss zur Bildung des sogenannten Antitoxins geben. Aber es muss doch erst durch weitere Untersuchungen festgestellt werden, ob diese Reizwirkung, wie sie z. B. im Falle einer Septicaemie von den Bacterien ausgeht und sich in Fieber, eventuell auch Hyperleucocytose äussert, in allen Fällen ausreichend ist. In den Fällen, wo ein langdauerndes, mässiges Fieber und eine Hyperleucocytose mittleren Grades vorhanden sind, ist vielleicht der von den Bacterien ausgehende Reiz nicht stark genug. In den Fällen, wo gar eine Hypoleucocytose auftritt (Typhus, Malaria, Sepsis puerperalis), produciren vielleicht

1) Die Frage, ob es sich bei der Hyperleucocytose um eine andere Vertheilung der im Organismus bereits vorhandenen Leucocytenmenge oder um eine Neubildung von Zellen handelt, wird durch diese Untersuchungen nicht berührt. Nur so viel kann in morphologischer Beziehung gesagt werden, dass in diesen Versuchen bei der künstlich erzeugten Hyperleucocytose der Menschen und Versuchsthiere wesentlich polymorphkernige Zellen auftraten.

die Bacterien auch Stoffe, die negativ chemotactisch wirkend, einer genügenden Vermehrung der Leucocytenzahl entgegenarbeiten oder welche gleichzeitig die Zellen schädigen und so die Vermehrung der Alexine verhindern. In beiden Fällen könnte doch eine künstliche Steigerung der Leucocytenzahl dazu beitragen, die natürliche Widerstandsfähigkeit des Organismus zu erhöhen und die Eindringlinge schneller zu vernichten. Andererseits aber erscheint es natürlich in erster Linie geboten, in diesen Kampf, den der Organismus mit den Bacterien führt, nicht dadurch störend einzugreifen, dass man die Leucocytenzahl und damit die bactericide Leistung des Blutes künstlich herabsetzt. Daher sollte auch in erster Linie untersucht werden, in welcher Weise die Antipyretica das Verhalten des Blutes beeinflussen. Aus Thierversuchen wird man freilich auch nach dieser Richtung keine entscheidenden Schlüsse auf das Verhalten des Menschen ziehen können. Eine antipyretische Methode, deren Erfolge auch jetzt noch von einer grossen Zahl von Aerzten gerühmt werden, die Kaltwasserbehandlung, scheint sich vorläufig den hier entwickelten Anschauungen am besten anzupassen. Winternitz hat festgestellt, dass nach kalten Bädern eine Hyperleucocytose eintritt.

Auf der anderen Seite darf aber auch nicht der Hoffnung Raum gegeben werden, dass etwa alle bacteriellen Infectionen durch eine Hyperleucocytose günstig zu beeinflussen sind. Von der Diphtherie scheint es beinahe festzustehen, dass die andauernde Vermehrung der Leucocytenzahl nicht als ein günstiges Symptom zu betrachten ist.[1]) Dies dürfte auch für andere Infectionskrankheiten zutreffen, bei denen gleichfalls die Bacterien localisirt bleiben und der Intoxicationsprocess in den Vordergrund tritt, wie bei der Cholera, dem Tetanus. Hier werden durch eine Hyperleucocytose, die ja nur anscheinend die Bacterien selbst, nicht ihre Gifte beeinflusst, schwerlich so gute Erfolge zu erzielen sein, als durch die Serumtherapie, die den Organismus gegen die Giftwirkung schützt. Das vornehmliche

1) Morse John Lovelt, Boston City Hospital Medical and Surgical Reports 1895.

Gebiet, auf dem die künstlich erzeugte Hyperleucocytose vielleicht mit Erfolg zu verwenden wäre, ist das der septicaemischen Erkrankungen. Freilich können die Grenzen für eine derartige Therapie überhaupt noch nicht sicher gezogen werden, weil namentlich über das Verhältniss der Leucocytenzahl zur Prognose noch nicht genügend klinische Erfahrungen für alle Infectionskrankheiten gesammelt sind. Aber zunächst muss man an eine günstige Wirkung bei den Septicaemieen denken, weil hier dem Arzte vor allem die Aufgabe erwächst, lebende Bacterien zu vernichten und die Frage, wie weit daneben noch eine Giftwirkung zu paralysiren ist, vorläufig noch als durchaus unentschieden betrachtet werden muss. Denn die Versuche, aus filtrirten Streptococcen- oder Milzbrandculturen stark wirkende Gifte zu isoliren, haben jedenfalls noch keine glänzenden Resultate gezeitigt und dementsprechend sind selbst beim Milzbrand, dieser experimentell am besten erforschten Septicaemie, die Erfolge der passiven Immunisirung, der antitoxischen Serumtherapie noch recht mässige, jedenfalls noch bei weitem nicht so gute, als diejenigen, die mit der Pasteur'schen Immunisirung durch abgeschwächte Culturen erzielt werden. Bei derartigen septicaemischen Processen dürfte also zunächst ein Feld für die Immunisirung durch abgeschwächte Culturen und für die Heilung durch Steigerung der natürlichen Widerstandsfähigkeit gegeben sein. Auch an die Behandlung der croupösen Pneumonie darf man mit einiger Hoffnung auf Erfolg denken. Die früher bei der Pneumonie angewandten Aderlässe, denen ja in der Regel eine mässige Hyperleucocytose folgt, sprechen dafür, dass hier ein Feld für eine Beeinflussung des Krankheitsverlaufs im erwähnten Sinne gegeben ist. Freilich werden noch manche Schwierigkeiten zu beseitigen sein, ehe wir uns dem erwünschten Ziele nähern. Insbesondere gilt es, Mittel zu finden, die ein starkes Ansteigen der Leucocytenzahl im menschlichen Blute bewirken, ohne gleichzeitig andere ungünstige Nebensymptome hervorzurufen (besonders höheres Fieber oder Störungen der Herzthätigkeit). Eigentliche Heilversuche am Menschen werden also erst dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn man Mittel

gefunden hat, welche eine reine oder doch vorzugsweise chemotactische Wirkung haben und bei denen toxische Nebenwirkungen nur in sehr geringem Maasse oder gar nicht auftreten. Auf diesen Punkt müssen also hauptsächlich unsere Untersuchungen gerichtet sein und wir haben Grund zu hoffen, dass sie nicht ganz erfolglos sein werden. Jedenfalls kann man, wie Jacob[1]), trotzdem er von der künstlichen Hyperleucocytose für die Behandlung menschlicher Krankheiten wenig Erfolge erhofft, sehr richtig hervorhebt, diese Bestrebungen nicht sämmtlich zurückweisen und der Ausspruch Goldscheider's[2]), dass die künstliche Erzeugung von Hyperleucocytose für die menschliche Therapie kaum etwas Erspriessliches leisten wird, dürfte nur insoweit berechtigt sein, als er sich auf die von ihm und Jacob zu diesem Zwecke geprüften Mittel (Organextracte, Nucleïnsäure etc.) bezieht. Dass freilich vorerst noch nicht an glänzende Erfolge auf diesem Gebiete zu denken ist, das muss ohne weiteres zugegeben werden. Aber das Studium des »natürlichen Heilungsprocesses«, das diesen Bestrebungen zu Grunde liegt, wird dem denkenden Arzt immer als ein lohnendes erscheinen, auch wenn die Erfolge sich nicht so leicht in die therapeutische Praxis übertragen lassen, wie auf dem Gebiete der specifischen Serumtherapie.

---

1) a. a. O.
2) Fortschritte d. Medic., 1895, S. 337.

Weitere Mittheilungen über quantitative Verhältnisse verschiedener Eiweissarten im Blutserum.

Von

Walfried Engel,

Dr. phil. et med.

Im Anschluss an meine Veröffentlichung »Ueber eine Methode der fractionirten Fällung der Eiweisskörper des Blutserums«[1]) will ich hier einige Ergebnisse mittheilen, welche geeignet sind, das Interesse für diese Methode zu erwecken und weitere Untersuchungen nach dieser Richtung hin anzuregen.

Zunächst suchte ich die Frage zu beantworten, wie sich die durch jene obenerwähnte Methode erhaltenen Eiweissfractionen des Blutserums zu den bisher bekannten, dem Serumglobulin und Serumalbumin, verhalten.

Bisher waren für Gewinnung dieser beiden Eiweissarten im Serum physikalische und chemische Methoden in Anwendung, die auf Grund verschiedener Löslichkeit und Fällbarkeit die Trennung ermöglichten, jedoch fehlte zur Controle das gewichtsanalytische Verfahren, und glaubte ich nun in obiger Methode ein Mittel gefunden zu haben, die Identität dieser auf verschiedene Weise gefundenen Eiweisskörper zu controliren.

Betrachten wir die Globuline und Albumine, wie sie aus dem Blutserum gewonnen werden, in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften, so finden wir in der Literatur folgende Angaben:

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XX, Heft III, S. 214 ff.

Globuline[1]) sind in reinem Wasser ganz unlöslich, lösen sich aber in Wasser bei Gegenwart von Neutralsalzen, besonders leicht in Alkalicarbonatlösungen. Gibt man zu einer so erhaltenen Eiweisslösung einen grossen Ueberschuss von Wasser oder entfernt daraus die Salze durch Dialyse, so fallen die Globuline aus, und zwar in letzterem Falle vollkommen, sie können dann durch Filtration von etwa gleichzeitig vorhandenen Albuminen getrennt werden. Dass das Serumglobulin durch Magnesiumsulfat oder ein gleiches Volumen gesättigter Ammoniumsulfatlösung aus dem Blutserum vollständig ausgefällt wird, darin stimmen alle Autoren, die sich eingehend damit beschäftigt haben, wie Hofmeister, Kauder[2]), Pohl, Hammarsten[3]) überein. Dass jedoch durch Dialyse dieses selbe Globulin vollständig aus dem Serum ausgeschieden werden kann, darüber sind die Meinungen noch getheilt. Hammarsten[4]) spricht in einer seiner Arbeiten von »einer möglichst vollständigen Entfernung der Globuline mittelst Kohlensäure, Essigsäure oder Dialyse;« während Burkhardt[5]) zwar behauptet, dass sämmtliches Globulin durch Dialyse resp. Säurezusatz direct aus dem Serum gefällt werden kann, betrachtet derselbe das durch Magnesiumsulfat gefällte als einen albuminähnlichen Stoff.

Von anderen verwandten Globulinen unterscheidet sich ferner das sogenannte Paraglobulin durch die Gerinnungstemperatur (+ 75°), die unvollständige Fällbarkeit mit Kochsalz und endlich auch durch die specifische Drehung (— 47,8°).

Im Folgenden glaube ich nun durch die quantitative Analyse wesentlich der Lösung dieser Frage näher gekommen zu sein. Wenn auch die gewichtsanalytische Bestimmung der Eiweissarten, sei es auf welche Methode immer, für den weniger Geübten nicht gerade zuverlässige Zahlen bietet, so bin ich in der Lage, in

1) Neumeister, physiol. Chemie, I, S. 33, Jena 1893.

2) Gustav Kauder, »Zur Kenntnis der Eiweisskörper des Blutserums«, Archiv f. experim. Pathol. und Pharmakol., XX, S. 411—425; Ref. Jahresber. über die Fortschritte der Thierchemie, Bd. 16, 1886, S. 119.

3) Hammarsten, Lehrb. der physiol. Chem. Wiesbaden 1891, S. 49.

4) Hammarsten, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 8, 1883—84, S. 468.

5) Burkhardt, Archiv f. experim. Pathologie und Pharmakol., 1882.

dieser Beziehung einige Zuverlässigkeit beanspruchen zu dürfen, da ich mich ununterbrochen mit dieser Methode lange Zeit beschäftigt, und bei der Ausführung von über 300 Analysen mich überzeugt habe, dass die Zahlen bei gleichmässiger exacter Arbeit von einander nur in den auch bei anderen chemischen Gewichtsanalysen üblichen geringen Grenzen differiren.

Schliesslich bemerke ich noch, um Irrthümern zu begegnen, dass im Folgenden nur von zwei Eiweissfractionen, welche aus dem dialysirten Serum gewonnen wurden, die Rede ist. Auf Grund weiterer Untersuchungen nämlich habe ich es für zweckmässiger gefunden, jene drei in oben citirter Arbeit erwähnten Eiweissfractionen auf zwei zu reduciren, so zwar, dass in nachfolgendem als erste Fraction die bisherige I + II verstanden, während die frühere dritte Fraction jetzt als zweite bezeichnet werden soll.

Das für den Versuch benutzte Rinderblutserum enthielt 7,53% Eiweiss; nach der Fällung mit dem gleichen Volumen gesättigter Ammoniumsulfatlösung ergab das Filtrat noch einen Gehalt von 4,08% Eiweiss, welches als Serumalbumin zu betrachten ist; bezeichnen wir den auf dem Filter zurückbleibenden Niederschlag als Serumglobulin, so berechnet sich für diese Eiweissart 3,45% des ursprünglichen Serums. Nach 5tägiger Dialyse im Pergamentschlauch bei fliessendem Wasser, wurden als Gesammteiweissgehalt 6,48% gefunden, woraus sich die durch Dialyse abgeschiedene Eiweissmenge mit 1,05% berechnet. Von diesen 6,48% Gesammteiweiss entfielen gemäss der Analyse 4,22% auf die II. Fraction, während sich für die I. Fraction durch Berechnung 2,26% ergab. Wenn wir das Resultat der Analyse nach dem Dialysiren durch die Methode der fractionirten Fällung mit Alkohol vergleichen mit den Werthen, welche die Albuminbestimmung nach dem Fällen mit Ammoniumsulfatlösung ergibt, so zeigt sich bei diesem Beispiel ebenso, wie ich es fast durchweg auch in anderen derartigen Bestimmungen feststellen konnte, dass die Werthe des als Serumalbumin nach der ersten Methode gewonnenen Eiweisses gleich sind den nach der Dialyse gefundenen Werthen der II. Fraction, so dass wir

annehmen müssen, dass die Eiweissmenge, welche bei der Dialyse abgeschieden wird, zusammen mit dem als I. Fraction gefällten Eiweiss das durch Ammoniumsulfat gefällte sogenannte Serumglobulin repräsentirt.

In folgenden Versuchen sollte nun die Frage gelöst werden, ob diese beiden letzten Eiweissarten auch in anderer Lösung, als in der ursprünglich im Blutserum vorhandenen natürlichen Form ihr quantitatives Verhältnis zu einander festhalten; ist dies der Fall, so haben wir es offenbar in dem vom Ammoniumsulfat gefällten Serumglobulin mit zwei verschiedenen Eiweissarten zu thun, welche nun nach der oben beschriebenen Methode getrennt werden können.

Der Gang der Untersuchung war folgender:

115 ccm des oben beschriebenen Rinderblutserums wurden mit dem gleichen Volumen kaltgesättigter Ammoniumsulfatlösung versetzt, gut durchgeschüttelt und abfiltrirt.

Um nun jeden Verlust von Eiweiss und dadurch Fehler in der Berechnung zu vermeiden, wurde das auf dem Filter befindliche sog. Serumglobulin nicht ausgewaschen, sondern, nachdem 180 ccm abfiltrirt waren, sammt dem noch darin enthaltenen gelösten Albumin für die Untersuchung weiter verarbeitet, wobei gerade das Gewicht dieses zurückbleibenden Albumins leicht bestimmt werden und zur besseren Controle der Analyse dienen konnte.

Da der Eiweissgehalt des Filtrats auf das ursprüngliche Serum bezogen 4,08 % gefunden worden, so berechnet sich für das auf dem Filter zurückgebliebene, in Lösung befindliche Albumin 1,02 g; das durch Ammoniumsulfat gefällte sog. Globulin beträgt, entsprechend 3,45 % des ursprünglichen Serums, 3,9675 g.

Dieser Niederschlag sammt den 1,02 g Albumin wurden in 0,1 proc. Kalilauge gelöst und 6 Tage im Pergamentschlauch bei fliessendem Wasser der Dialyse unterworfen; dabei nahm das Volumen der Flüssigkeit zu, jedoch blieb es vom dritten Tage an constant, und nach 6 Tagen wurde die Analyse vorgenommen, nachdem das Volumen, da nur wenig dazu fehlte, auf 200 ccm aufgefüllt worden.

Wie oben erwähnt, enthielt das ursprüngliche Serum nach der Dialyse als I. Fraction 2,26 % Eiweiss, für 115 ccm berechnet, wäre dies ein Gehalt von 2,6 g; in 200 ccm musste also die Analyse 1,3 % ergeben, während auf die II. Fraction, entsprechend den noch in der Flüssigkeit enthaltenen 1,02 g Albumin 0,501 % kamen; der Gesammt-Eiweissgehalt musste betragen 3,62 g oder 1,81 %.

Thatsächlich nun zeigte die Analyse folgende Resultate: Der Gesammt-Eiweissgehalt ergab 1,84 %. als II. Fraction wurden 0,72 % gefunden, wodurch sich durch Berechnung als I. Fraction 1,12 % ergeben.

Von den 4,9875 g Gesammteiweiss, welche zur Dialyse kamen, wurden demnach, da der Gesammt-Eiweissgehalt nach der Dialyse 1,84 % entsprechend 3,68 g betrug, 1,3075 g entsprechend 0,6537 % durch die Dialyse ausgeschieden.

Diese 1,3075 g befanden sich in 115 ccm des ursprünglichen Serums, entsprechen also einem Procentgehalt desselben von 1,137 %; es sind folglich bei der Dialyse des in 0,1 proc. Kalilauge gelösten Niederschlages 1,137 % Eiweiss ausgefallen, während bei der Dialyse des ursprünglichen Serums 1,05 % zur Ausscheidung kamen, da der Gesamt-Eiweissgehalt vor der Dialyse 7,53 %, nach der Dialyse aber 6,48 % gefunden wurde. Wir können also aus diesem Resultate, wenn wir die kleine Differenz von kaum 0,1 % als in der Technik der Analyse begründet, unbeachtet lassen, annehmen, dass es sich hier um eine Eiweissart handelt, welche bei der verschiedenartigen Behandlung constant geblieben ist; um jedoch diese Unveränderlichkeit noch weiter zu prüfen und damit auch zugleich noch eine weitere Controle für die Richtigkeit der Zahlen auszuüben, wurde der Rest der dialysirten und filtrirten Lösung noch weitere 3 Tage der Dialyse unterworfen; eine sichtbare Ausscheidung war nicht vorhanden, und die Analyse bestätigte nicht nur die vorigen Zahlen, sondern ergab Resultate, welche der ursprünglichen Berechnung noch näher kommen.

Der Gesammt-Eiweissgehalt ergab 1,82 % (vorher 1,84 %; berechnet 1,81 %), die II. Fraction 0,635 % (vorher 0,72 %;

berechnet 0,501 %), für die I. Fraction bleibt dann 1,185 % (vorher 1,12 %; berechnet 1,3 %).

Schliesslich blieb noch ein Rest der in 0,1 proc. Kalilauge gelösten Serum-Eiweissarten, welcher, bereits 9 Tage dialysirt, noch weitere 14 Tage der Dialyse ausgesetzt wurde, um festzustellen, ob eine längere Dauer der Dialyse auf die Löslichkeitsverhältnisse der verschiedenen Eiweisskörper Einfluss haben könnte. Doch auch hier war das Resultat das gleiche; der Gesammt-Eiweissgehalt betrug 1,85 %, die II. Fraction 0,61 %, und durch Berechnung ergab die I. Fraction 1,24 %.

Zum Schluss wurde auch noch eine Quantität dieser 23 Tage lang dialysirten Eiweisslösung mit dem gleichen Volumen gesättigter Ammoniumsulfatlösung versetzt und der Albumingehalt bestimmt; hier ergab die Analyse 0,45 %; es ist dies diejenige Menge Eiweiss, welche zum ursprünglichen Filtrat gehörig mit dem auf dem Filter befindlichen Eiweiss in der 0,1 proc. Kalilauge gelöst wurde; die Berechnung ergab für die auf dem Filter in Lösung zurückgebliebene Albuminmenge 1,02 g, entsprechend 0,51 % in der auf 200 ccm nach der Dialyse aufgefüllten Lösung.

Alle diese Resultate, welche die absichtlich sehr ausführlich geschilderten Versuche ergaben, beweisen nicht nur die Brauchbarkeit der Methode der fractionirten Fällung der Eiweissarten im Blutserum durch Alkohol, sondern zeigen auch deutlich, dass wir es im Blutserum mit 3 scharf zu trennenden Eiweissarten zu thun haben.

Inwieweit aber jene Methode auch geeignet ist zur Erforschung der Ursache der antibacteriellen Wirkung des Blutserums wesentliche Dienste zu leisten, soll in Folgendem gezeigt werden.

Es waren in künstlich ausserhalb des Thierkörpers inficirtem Blutserum Versuche vorgenommen worden, um im Vergleich zum nicht inficirten Serum eventuelle Verschiebungen in den quantitativen Verhältnissen der Eiweissfractionen zu einander festzustellen; die Resultate haben zwar gewisse Anhaltspunkte ergeben, doch möchte ich auf dieselben kein zu grosses Gewicht legen, da trotz der bedeutenden Anzahl der Analysen ein ver-

hältnissmässig grosser Theil derselben dadurch an Werth verlor, dass es in diesen Fällen nicht möglich war, auf längere Zeit das inficirte Blutserum frei von Fäulniss zu halten; dennoch glaube ich, dass die Ergebnisse ein gewisses Interesse in Anspruch nehmen dürften.

Die Versuche wurden einmal derart angestellt, dass mit dem Blutserum, in welchem vorher der Albumingehalt nach der Fällung mit schwefelsaurem Ammonium, sowie auch die quantitativen Verhältnisse der Eiweissfractionen nach der Dialyse mittelst Alkohol bestimmt waren, mehrere Kölbchen immer mit der für die Analyse nöthigen Menge angefüllt, mit einer Platinöse voll einer Staphylococcenbouilloncultur inficirt und im Thermostaten bei 37° C. stehen gelassen wurden. Nach einigen Tagen kam der Inhalt eines Kölbchens zur Analyse, während die andern ein zweites Mal inficirt wurden; wieder nach einigen Tagen wurde der Inhalt des zweiten Kölbchens analysirt und die übriggebliebenen ein drittes Mal inficirt und so fort, bis der Vorrath an Blutserum aufgebraucht war. Da jedoch bei dieser Anordnung der Versuche in die verschiedenen Kölbchen nicht die gleiche Anzahl Infectionskeime zur Verimpfung kamen, so wurde bei einer anderen Versuchsreihe in einen grossen Kolben das ganze sterile Blutserum inficirt und alle Wochen das für die Untersuchung nöthige Quantum herausgenommen, während das Übrige weiterhin dem Einfluss der Bacterien ausgesetzt wurde. Das Gesammtresultat, auf das ich jedoch wegen der nicht sehr grossen Differenzen kein entscheidendes Gewicht lege, war folgendes:

In den Fällen, wo es gelang, die Fäulniss auszuschliessen, vermehrte sich der Gehalt des Globulins auf Kosten des Albumins constant, wenn auch in nicht bedeutender Menge, dementsprechend fand sich auch nach der Dialyse die II. Fraction etwas vermindert, während die durch Dialyse abgeschiedene Menge bedeutender wurde; kamen Fäulnisskeime in's Blutserum, so nahm der Gesammt-Eiweissgehalt constant ab, die Eiweissart jedoch, welche durch Dialyse abgeschieden wurde, nahm verhältnissmässig bedeutend zu und zwar hauptsächlich auf Kosten

der I. Fraction, welche bei genügend langer Dauer der Versuche zuerst vollständig verschwand.

Wenn nun die besprochenen Versuche wegen ihrer unsicheren Resultate weniger Interesse beanspruchen, glaube ich mit grösserem Recht die Aufmerksamkeit auf die jetzt folgenden Untersuchungen lenken zu dürfen. Hier handelt es sich um Zahlen, welche beweisen, dass diese Methode geeignet ist, etwas zur Lösung der Frage beizutragen, wie sich die Eiweisskörper des Blutserums in dem bacterienfeindlichen und bacterienfördernden Zustande desselben verhalten.

Der Zweck der folgenden Analysen war der, festzustellen, wie sich die verschiedenen nach obiger Methode gefällten Fractionen des bacterienfeindlichen Blutserums verhielten, nachdem die bactericiden Eigenschaften desselben vernichtet waren. Der Gang der Untersuchung war folgender:

Eine grössere Menge gleichen unter denselben Umständen gewonnenen Blutserums wurde in 2 Parthieen getheilt, von denen eine ohne weiteres analysirt wurde, die andere erst eine Stunde lang bei einer Temperatur von 55° C. gehalten, jedoch so, dass die Zeit, erst von dem Momente an gerechnet wurde, in welchem das zeitweise gut durchgeschüttelte Serumquantum die Temperatur von 55° C. erreicht hatte; nachdem schliesslich durch geeignete Abkühlung die Temperatur des Serums auf jene, welche es von der Erwärmung hatte, wieder gebracht war, wurde die Analyse in gleicher Weise wie bei der ersten Quantität vorgenommen; die Dialyse beider Serumportionen fand in Pergamentschläuchen bei fliessendem Wasser zu gleicher Zeit nebeneinander in demselben Gefässe statt.

Es wurden nach dieser Methode im Ganzen vier zu verschiedenen Zeiten jedesmal aus Rinderblut gewonnene Serumquantitäten untersucht und folgende Zahlen als Resultat erhalten:

I. Der Gesammt-Eiweissgehalt von der Dialyse betrug 10,8 %; derselbe ergab nach siebentägiger Dialyse, wobei sich ein bedeutender Niederschlag von Globulin ausschied, 8,1 %. Die II. Fraction betrug 3,6 %, wonach sich die I. Fraction auf 4,5 % berechnet.

Der Gesammteiweissgehalt des auf 55° C. erwärmten Blutserums ergab nach siebentägiger Dialyse, wobei die Flüssigkeit gleichmässig trübe erschien, ohne einen sichtbaren Globulinniederschlag abzuscheiden, 8,7 %, wovon die Analyse 2,37 % als II. Fraction ergab, während die I. Fraction sich auf 6,33 % berechnet.

Um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, stelle ich hier noch einmal kurz die Zahlen behufs besseren Vergleiches nebeneinander und füge gleich die Resultate der übrigen 3 Versuche in derselben Weise bei.

I. Versuch.

Gesammteiweissgehalt vor der Dialyse 10,8%.

Serum nicht erwärmt, 7 Tage dialysirt		Differenz	Serum auf 55° C. erwärmt, 7 Tage dialysirt	
Gesammteiweiss . . .	8,1%	0,6	Gesammteiweiss . . .	8,7 %
II. Fraction	3,6 »	1,23	II. Fraction	2,37 »
I. Fraction	4,5 »	1,83	I. Fraction	6,33 »

II. Versuch.

Gesammteiweissgehalt vor der Dialyse 8,2%.

Serum nicht erwärmt, 7 Tage dialysirt		Differenz	Serum auf 55° C. erwärmt, 7 Tage dialysirt	
Gesammteiweiss . . .	7,2%	0,3	Gesammteiweiss . .	7,5%
II. Fraction	3,6 »	1,8	II. Fraction	1,8 »
I. Fraction	3,6 »	2,1	I. Fraction	5,7 »

III. Versuch.

Gesammteiweissgehalt vor der Dialyse 7,67%.

Serum nicht erwärmt, 7 Tage dialysirt		Differenz	Serum auf 55° C. erwärmt, 7 Tage dialysirt	
Gesammteiweiss . .	6,7 %	0,3	Gesammteiweiss . . .	7,0%
II. Fraction	3,28 »	1,28	II. Fraction	2,0 »
I. Fraction	3,42 »	1,58	I. Fraction	5,0 »

IV. Versuch.

Gesammteiweissgehalt vor der Dialyse 7,76%.

Serum nicht erwärmt		Differenz	Serum auf 55° C. erwärmt	
Albumingehalt . . .	4,08%	1,51	Albumingehalt . . .	2,57%
Globulingehalt . . .	3,68 »		Globulingehalt . . .	5,19 »
(Fällung durch Ammoniumsulfatlösung)			(Fällung durch Ammoniumsulfatlösung)	
Serum 5 Tage dialysirt			Serum 5 Tage dialysirt	
Gesammteiweiss .	6,48%	0,42	Gesammteiweiss . . .	6,9 %
II. Fraction	4,22 »	1,22	II. Fraction	3,00 »
I. Fraction . . .	2,26 »	1,64	I. Fraction	3,9 »

Diese Analysen ergeben alle ein gleiches Resultat, nämlich die Zunahme der I. Fraction auf Kosten der zweiten, nachdem die bacterienfeindliche Wirkung des Serums durch Erwärmen auf 55° C. aufgehoben wurde; da Eiweiss auf diese Weise ausgefällt, im Verhältnis zum Gewicht ausserordentlich voluminös ist, so bietet sich im graduirten Gefässe, in welchem diese Versuche angestellt wurden, 24 Stunden nach der Fällung der Unterschied dem Auge beträchtlich bedeutender, als die Differenz in den Gewichtszahlen erscheint. —

Wenn wirklich in der Verschiebung der Eiweissarten, wie sie sich hier in den Gewichtsunterschieden documentirt, der Grund für die jeweilige Activität oder Inactivität des Blutserums zu suchen ist, so bliebe noch die Frage zu beantworten, ob die Zunahme der ersten Fraction günstigere Bedingungen für das Fortkommen der Bacterien bietet, oder ob die Abnahme der II. Fraction eine Verringerung einer bacterienfeindlichen Eiweissart bedeutet; um dieses zu ergründen, müssten beide Fractionen in grösserer Menge steril dargestellt, getrennt auf ihre Wirkung auf Bacterien geprüft werden, vielleicht wird es dann gelingen, die im Blutserum eventuell vorhandene bacterienfeindliche Eiweissart rein darzustellen und ihre Wirksamkeit im Organismus weiterhin zu prüfen.

Leider ist es mir bei meiner jetzigen Thätigkeit nicht möglich, diese Untersuchungen mit der Sorgfalt, welche sie erfordern, vorzunehmen; Zweck dieser Ausführungen soll es sein, die Aufmerksamkeit der Fachgenossen darauf zu lenken und weitere Forschungen in dieser Richtung anzuregen.

Ueber die Beeinflussung der individuellen Disposition zu Infectionskrankheiten durch Wärmeentziehung.

I. Abhandlung.

Von

Dr. **Alois Lode,**

Assistenten am hygienischen Institute der Universität in Wien.

Den Anlass zu den nachfolgenden Untersuchungen bot die Frage, in wie weit es möglich sei, durch die Einwirkung von dauernden oder vorübergehenden Wärmeentziehungen die Disposition zu infectiösen Erkrankungen bei Thieren zu beeinflussen.

Die Versuche sollten, so hofften wir, uns einen Einblick gewähren, in das dunkle Gebiet der Erkältungskrankheiten, sie sollten uns ermöglichen, einen Zusammenhang zu erkennen, zwischen Erkrankung und Erkältung, den wir empirisch in der menschlichen Pathologie längst vermuthen, aber durch keine Thatsache beweisen können.

Wir wollen nach der Schilderung der ausgeführten Versuche erörtern, in wie weit uns die Lösung des Problems näher gerückt erscheint, jedoch schon jetzt eingestehen, dass eine vollständige Klarstellung der überaus complicirten Vorgänge noch einen bedeutenden Aufwand an Mühe und viele Experimente erheischen dürfte, welche wir in der nächsten Zeit anzuschliessen gedenken.

Den Nachweis, dass eine künstlich herabgesetzte Körpertemperatur das Zustandekommen einer Infection erleichtern könne,

hat bereits Pasteur[1]) geführt, welcher zeigte, dass die unter normalen Verhältnissen der Milzbrandinfection nur sehr schwer zugänglichen Hühner verhältnissmässig leicht an Anthrax erkranken, wenn man ihre Eigenwärme dadurch herabsetzt, dass man etwa ein Drittheil ihres Körpers in Wasser von 25° C. eintaucht. Diese Resultate lassen allerdings ausser der Schwächung der vitalen Energie der Versuchsthiere noch die Deutung zu, dass die den Normalthieren eingebrachten Milzbrandbacterien durch die hohe Eigenwärme der Hühner (42—43° C.) abgeschwächt und hierdurch an der Entfaltung ihrer deletären Eigenschaften gehindert würden.

Diese Ansicht hat durch die Versuche von Dieudonné[2]) an Wahrscheinlichkeit gewonnen, indem dieser Milzbrandbacterien durch 16 Generationen bei 42° C. züchtete und dann deren Virulenz Tauben gegenüber gesteigert fand. Gegen Milzbrandbacterien, welche bei 37° C. cultiviert waren, verhielten sich hingegen Tauben, deren Körpertemperatur wie die des Huhnes etwa 42° C. beträgt, nur wenig empfänglich.

Pasteur's Versuche wurden dann von Wagner[3]) bestätigt, der die Temperaturerniedrigung bei den Hühnern, sowol — wie Pasteur — durch dauerndes Eintauchen in Wasser von 25° C., als auch durch die Darreichung von Antipyreticis erzielte.

Die tödtliche Infection trat jedoch bei der letzteren Versuchsanordnung nicht so prompt ein, wie bei den dauernd in Wasser eingetauchten Hühnern, indem von 11 Thieren nur 5 zu Grunde gingen. Wagner erklärt den ungünstigen Ausfall der zweiten Versuchsreihe dadurch, dass in Folge der Darreichung antipyretischer Mittel die Temperatur nur für einige Stunden herabgesetzt worden war, und Nachts keine Injectionen gemacht wurden.

1) Pasteur, Bullet. de l'académie de médecine, Bd. 78.

2) Dieudonné, Beiträge zur Kenntnis der Anpassungsfähigkeit der Bacterien an ursprünglich ungünstige Temperaturverhältnisse. Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamte, Bd. IX, 1894, S. 492.

3) Wagner, Zur Lehre von der Bedeutung der Temperatur bei den Infectionen, Wratsch. 1890, ref. Centralblatt f. Bact., 9, S. 322.

Sawtschenko[1]) erzielte die Temperaturerniedrigung, indem er Tauben den unteren Halstheil des Rückenmarkes durchtrennte. Die dadurch hervorgerufene Herabsetzung der Eigenwärme um 1—2 ° C. genügte, um die sonst für den Milzbrand fast unempfänglichen Tauben leicht zu inficiren.

Wie wichtig der Einfluss der Temperatur auf das Zustandekommen einer Infection sein kann, lehren auch die interessanten Aufschlüsse, welche Ernst[2]) über die Inficirbarkeit der Frösche durch den Bacillus der Frühjahrsseuche, Bacillus ranicida, gegeben hat. Während es ihm nicht gelang, Frösche mit dem eben genannten Mikroorganismus im Sommer zu tödten, ging die Infection in der kalten Jahreszeit, Winter und Frühjahr, leicht von Statten. Man konnte auch aus den immunen Sommerfröschen empfängliche Thiere machen, wenn man sie im Eisschranke bei Temperaturen von etwa 6° C. hielt, während umgekehrt die leicht inficirbaren Frühjahrsfrösche durch künstliches Erwärmen gegen die Infection widerstandsfähig gemacht werden konnten.

Dass die Temperatur auch den Ablauf der Infectionen beeinflussen könne, zeigte Filehne[3]), der Kaninchen am Ohre cutan mit Erysipelcoccen inficirte und dieselben sodann entweder im Eisschranke oder bei Zimmertemperatur oder im Brutschranke bewahrte.

Bei den warm gehaltenen Thieren trat das Erysipel früh auf, wenige Stunden nach der Impfung und erreichte am zweiten Tage seinen Höhepunkt, um allmählich im Verlauf des dritten Tages zu verschwinden. Dabei war die Infection niemals sehr intensiv und verbreitete sich nur über das halbe Ohr. Bei den Controlthieren, welche bei Zimmertemperatur gehalten wurden, begann das Erysipel später, erreichte erst am 4. bis 5. Tage seinen Höhepunkt und dauerte bis zum 11. oder 12. Tage. Die

1) Sawtschenko, Zur Frage über die Immunität gegen Milzbrand. Centralbl f. Bact., Bd. 9, 1891, S. 473.

2) Ernst, Ziegler's Beiträge zur path. Anat., Bd. 8.

3 Filehne, On the Action of Heat and Cold on Erysipelas. Proceedings of the Physiological society 1894, Nr. IV. The Journal of Physiology, Vol. XVII, 1894–1895.

Entzündung war intensiver und dabei meist ein starkes Oedem über das ganze Ohr verbreitet. Ganz anders verlief die Infection bei den im Eisschranke gehaltenen Thieren; sowie sie aus dem kalten Raume in die Zimmertemperatur kamen, entwickelte sich im Verlaufe weniger Stunden ein sehr heftiges Erysipel, welches sich allmählich über das ganze Ohr verbreitete. Der Krankheitsverlauf war ein schwerer, das Erysipel war stärker entwickelt als bei den Controlthieren. Die schnelle Ausbreitung des Erysipels liess vermuthen, dass der Krankheitsprocess bereits in der Kälte vorgeschritten war, ohne dass sich eine nennenswerte reactive Entzündung an dem Organismus ausgebildet hätte, und in der That fand Filehne in einem Umkreis von 0,5 Zoll in der Umgebung der Impfstelle stets Streptococcen in der Lymphflüssigkeit, während bei den Controlthieren die Umgebung der entzündeten Theile keine Streptococcen nachweisen liess. Man kann sich vorstellen, dass durch den Einfluss der niedrigen Lufttemperatur die Ohrgefässe des Kaninchens im Zustande stetiger Contraction gehalten worden waren, wodurch die entzündliche Reaction ausblieb und die natürlichen Schutzkräfte nicht in Action traten.

Weit wichtiger sind die Versuche von Lipari[1]), welcher als der Erste zeigte, dass vorübergehend abgekühlte Thiere der Infection mit dem Pneumococcus leichter erlagen als normale Controlthiere. Die Art, wie er die Thiere abkühlte, ist freilich nicht einwandfrei und gestattet nicht, die erhöhte Disposition lediglich der Temperaturherabsetzung zuzuschreiben. Er liess entweder die durch Laufen warm gemachten Thiere in einem Bade von 3° C. durch 10—20 Minuten verweilen oder er kühlte den rasirten Thorax durch die Application von Aether ab. Im ersteren Falle ist die Abkühlung mit Ermüdung combinirt; dass die Ermüdung allein eine Infection begünstigen könne, konnten Charrin und Roger[2]) nachweisen, indem es ihnen gelang, die für die Milzbrandinfection schwer zugänglichen

1) Lipari, Il Morgagni 1888 Agosto, Sett. Ott. Ausführlich. Referat in Baumgarten's Jahresbericht, 1889, S. 60.

2) Charrin und Roger, La fatigue et les maladies mikrobiennes Sem. Medic., Nr. 4, 1890.

Ratten empfänglich für die genannten Microbien zu machen, wenn die Versuchsthiere in einer Tretmühle laufen mussten. Auch die Abkühlung durch Aether kann leicht das Resultat trüben, indem zu der abkühlenden Wirkung des Spray auch die narkotisirende des Aethers tritt, und die Versuche von Klein und Coxwell[1]) zeigen, dass selbst eine kurzdauernde Narkose die Disposition der Thiere zu Infectionen wesentlich beeinflussen kann. —

Bei den Versuchen ergab sich, dass von den 11 Versuchsthieren, die endotracheal theils mit pneumonischem Sputum, theils mit dem pleuritischen Exsudate der Versuchsthiere inficirt wurden (9 Meerschweinchen und 3 Kaninchen), nur zwei einer pneumonischen Infection erlagen. Ganz anders aber stellten sich die Resultate, wenn man vor oder nach der endotrachealen Infection die Thiere in der oben geschilderten Weise abkühlte. Von diesen Thieren (3 Meerschweinchen und 1 Kaninchen), welche intratracheal mit Sputum inficirt wurden, starben 2 Meerschweinchen und 1 Kaninchen.

In einem zweiten Versuche mit 2 Meerschweinchen und 2 Kaninchen, die endotracheal mit Pleuraexsudat inficirt wurden, kam nur 1 Meerschweinchen durch.

Lipari nimmt an, dass in Folge der Einwirkung der Kälte eine Lähmung (?) der bronchialen Flimmerepithelien und zugleich durch Fluxion eine Schwellung der Bronchialschleimhaut stattfindet, und dass durch diese beiden Factoren das Hinabsinken des infectiösen Materiales in die Lungenalveolen begünstigt werde.

Eigene Versuche.

Da es im Plane der Untersuchungen lag, ein für die ätiologische Bedeutung der Erkältung verwerthbares Material zu gewinnen, mussten wir darnach streben, nur solche Reize auf die Versuchsthiere einwirken zu lassen, welche möglichst ähnlich den Einflüssen wären, die erfahrungsgemäss als ursächliches Moment

1) Klein und Coxwell, Centralbl. f. Bact., Bd. XI, S. 464.

der Erkältungskrankheiten in der menschlichen Pathologie in Betracht kommen. Dass wir quantitativ starke Reize anwenden mussten, wird jeder Experimentator begreiflich finden. Von diesem Standpunkte ausgehend, haben wir die Abkühlung der Haut unserer Thiere durch einen Aetherspray, sowie die Application von kaltem Wasser oder Eis unterlassen. Auch die Abkühlung der Thiere durch einen Ueberzug der Haut mit Firniss etc. wurde als abweichend vom natürlichen Modus der Erkältung niemals angewendet.

Bei den ersten Versuchen geschah die Abkühlung so, dass die Thiere zum Theile (zur Hälfte bis zu zwei Drittheilen) rasirt oder geschoren wurden, worauf sie in einem auf 37° C. eingestellten Brutofen etwa eine halbe Stunde verweilen mussten. Hierauf wurden sie in Wasser von etwa 37° C. ein- oder mehrmals gebadet und im nassen Zustande zwischen die Fensterflügel gebracht. Schliesst man das äussere Fenster nicht vollständig, so entsteht infolge der meist herrschenden Temperaturdifferenz zwischen Zimmer- und Aussenluft ein Luftstrom, welcher durch die gesteigerte Wasserverdunstung der feuchten Haut energisch Wärme entzieht.

Später zeigte sich, dass der Ausfall der Versuche sich nicht wesentlich ändert, wenn man den raschen Wechsel der Temperaturen umgeht und die Thiere vor der Abkühlung nicht erwärmt. Auch das einfache Enthaaren eines grösseren Theiles des Pelzes ohne vor- oder nachherige Abkühlung genügte, um die Disposition der Thiere zu Infectionen zu erhöhen.

Die ersten Versuche, welche an Mäusen angestellt wurden, waren nicht sehr ermuthigend; es wurde eine grössere Anzahl Thiere in der oben geschilderten Weise erkältet und dann mit verschiedenen Infectionserregern, durch Einathmung zerstäubter Culturen des Vibrio Danubicus, Hühnercholera, Typhus murium inficirt. Man sah bei diesen kleinen Thieren, welche möglicherweise auf Aenderungen der Temperatur besser angepasst sind, niemals Tod oder Erkrankung in gesetzmässiger Weise früher bei den erkälteten Thieren auftreten, als bei den verwendeten Controlthieren.

Ebenso negativ wie die Versuche bei Mäusen blieben die Versuche, die Localisation eines pathologischen Processes durch eine locale Abkühlung (Rasiren einer Extremität) bei intravenös inficirten Kaninchen oder Meerschweinchen zu erzielen.

Aehnliche Versuche hat Kasparek[1]) angestellt, indem er bei Kaninchen eine Extremität mit Aetherspray abkühlte und hierauf den Diplococcus Pneumoniae in die Blutbahn injicirte. Auch ihm gelang es niemals, die gewünschte Gelenksentzündung durch den Fränkel-Weichselbaum'schen Pneumoniecoccus an der erkälteten Extremität zu erzielen, während die entnervte Extremität sich als locus minoris resistentiae erwies.

Abkühlung nach vorausgegangener Erwärmung.

Die ersten verwerthbaren Versuche wurden mit dem Friedländer'schen Pneumoniebacillus angestellt, der subcutan unter die Bauchhaut den Meerschweinchen einverleibt wurde. Von den 4 Meerschweinchen wurden zwei zur Hälfte rasirt, die beiden anderen dienten zur Controle. Die rasirten Thiere wurden eine Viertelstunde im Brutschranke bei 38° C. gehalten, sodann in ein Wasserbad von der gleichen Temperatur gebracht und hierauf auf das Fensterbrett bei halbgeöffnetem Fenster gesetzt. Die Mastdarmtemperatur sank bald bei Thier Nr. 11, welches vor dem Rasiren 39,6 im Rectum gezeigt hatte, auf 35,5° C., bei Thier Nr. 12 auf 34,2° C.

Nachdem sich die Thiere etwas erholt hatten, wurde jedem Meerschweinchen ein Cubikcentimeter einer in Bouillon aufgeschwemmten Agarcultur des Bacillus pneumoniae (eine Oese Culturmasse pro Cubikcentimeter Aufschwemmung) mit einer Koch'schen Spritze subcutan einverleibt. Die Virulenz der Cultur war Tags vorher bei zwei Mäusen geprüft worden, die 18 Stunden nach der Injection unter die Haut erlegen waren.

Schon am nächsten Tage war eines der rasirten und erkälteten Thiere todt. Die Section ergab an der Impfstelle leichtes Oedem; im Peritonealraume waren etwa 5 ccm einer fadenziehenden schleimigen Flüssigkeit. Die serösen

1) Kasparek, Wiener klin. Wochenschr., 1895, Nr. 33, S. 596.

Häute waren sulzig ödematös, an einem Pole der Milz zeigte sich ein hämorrhagischer Infarct.

Beide Pleurahöhlen enthielten einige Cubikcentimeter blutig tingirter Flüssigkeit. Die linke Lunge war zusammengezogen, sehr blutreich und theilweise verdichtet. Im Peritonealexsudate fanden sich ungeheure Mengen von Bacterien mit deutlicher Kapsel, theils frei in der Flüssigkeit, theils eingeschlossen in polynucleäre Leucocyten; in Milz, Leber, Niere, ebenso in der Pleuralflüssigkeit überaus zahlreiche Bacillen.

Mikroskopisch und culturell konnte die Identität der Mikrobien mit dem Friedländer'schen Pneumoniebacillus leicht festgestellt werden.

An den drei übrigen Thieren wurde morgens am 28. Febr. ausser einer geringeren Lebhaftigkeit nichts Auffallendes bemerkt. Die Temperatur des überlebenden rasirten Thieres betrug 39,2° C., die der Controlthiere 39,8° C. und 40,0° C.

Um 7 Uhr abends werden mittels steriler Glascapillaren allen drei Thieren Proben der Peritonealflüssigkeit entnommen. Während bei den normalen Thieren keine Bacterien und nur wenige polynucleäre Leucocyten gefunden wurden, zeigte das reichlich in das Capillarröhrchen aufsteigende Peritonealexsudat des abgekühlten Thieres eine ungeheure Anzahl von Kapselbacillen, vielfach von Phagocyten aufgenommen.

Die Temperatur ergab 40,5° C. bei den normalen Thieren. 38,4° C. beim erkälteten Thiere.

Am 29. Febr. sind die Controlthiere munter geworden, in der Umgebung der Impfstelle ist eine geringfügige Infiltration palpabel, während das rasirte Thier schwer erkrankt erscheint. Um 7 Uhr abends tritt in der That auch der Tod ein.

Die Section ergab ein ausgebreitetes Infiltrat an der Impfstelle mit zahlreichen Bacillen. Desgleichen finden sich im Peritoneal- und Pleuralexsudate, das in geringerer Menge sich vorfindet als beim früher verstorbenen Meerschweinchen, zahlreiche Bacillen. Ebenso in Leber, Niere und Milz.

Die Controlthiere blieben mehrere Monate am Leben. Es bildete sich auch bei ihnen eine Infiltration an den Bauchdecken

aus und noch nach einer Woche entleerte sich auf Druck ein rahmartiger, Friedländer'sche Bacillen enthaltender Eiter. Schliesslich wurde die über der Impfstelle befindliche Haut nekrotisch und allmählich abgestossen. In analoger Weise wurde wenige Tage nachher ein zweiter Versuch mit dem Bacillus pneumoniae angestellt.

Von den drei verwendeten Meerschweinchen waren zwei zur Hälfte rasirt und dann abgekühlt worden, eines diente als Controlthier. Durch die Untersuchung des Peritonealexsudats, welches wieder bei den rasirten und erkälteten Thieren reichlich Bacillen erkennen liess, konnte schon nach 24 Stunden eine ungünstige Prognose gestellt werden. Beide erkälteten Thiere starben am 5. Tage nach der subcutanen Injection, nachdem das Infiltrat sich fast über die ganze Bauchhaut ausgebreitet hatte. In den inneren Organen, im Peritonealexsudate und im Blute fanden sich wieder reichlich Bacillen. Das Controlthier, das auch durch mehrere Tage schwer krank war, erholte sich allmählich. Auch bei diesem hatte sich ein sehr bedeutendes Infiltrat an der Impfstelle gebildet, welches in Eiterung übergieng und zur Nekrose einer mehrere Quadratcentimeter grossen Hautfläche führte.

In einigen folgenden Versuchen wurde ein anderer Infectionsmodus, die Einathmung zerstäubter Culturen des hochvirulenten Bacillus pneumoniae angewendet. Durch die Inhalation war der natürliche Modus der Infection in einwandsfreierer Weise nachgeahmt als bei den von Lipari[1]) ausgeführten endotrachealen Injectionen mit dem Pleuraexsudate oder dem pneumonischen Sputum. Für unsere Frage bedeutet die Zerstäubung der in einer Flüssigkeit aufgeschwemmten Culturen einen, wenn auch geringfügigen Versuchsfehler, indem, wie Preyer[2]) nachgewiesen hat, die Körpertemperatur der Kaninchen durch einen

1) Lipari, Il Morgagni 1888 Agosto, Sett. Ott. ausführl. Referat in Baumgarten's Jahresbericht, 1889, S. 60.

2) Preyer, Ein neues Verfahren zur Herabsetzung der Körpertemperatur. Sep.-Abdr. aus den Sitzungsberichten der Jenaischen Gesellschaft für Medic. und Naturwissensch., 1884.

auf den Pelz einwirkenden Wasserspray um einige Grade erniedrigt werden kann. Somit waren auch die Controlthiere einer Abkühlung unterzogen worden, die aber bei unserer Versuchsanordnung sicherlich nicht in Betracht kommen kann, da unser Zerstäubungsapparat in mehreren Stunden nicht mehr als 2 bis 3 Cubikcentimeter Flüssigkeit verbrauchte. Die Zerstäubung der bacterienhaltigen Flüssigkeit geschah mit dem vortrefflichen Apparate von H. Buchner. Als Athemraum diente eine 46 l fassende Flasche, die mit einem doppelt durchbohrten Korke abgeschlossen war. Durch die eine Bohrung ragte das weite Glasrohr des Buchner'schen Apparates in das Innere der Flasche. In der anderen Bohrung war ein winkelig gebogenes Glasrohr montirt, welches die eingeblasene Luft abführte und in eine Schale mit concentrirter Schwefelsäure mündete, welch' letztere durch einen untergesetzten Bunsenbrenner während der Versuchsdauer bei höherer Temperatur gehalten wurde. Hierdurch waren wir sicher, dass vom Luftstrome aus der Flasche mitgerissene Keime abgetödtet und unschädlich gemacht würden. Dass die Zerstäubung mit unserem Apparate in vorzüglicher Weise vor sich ging, lehrten Vorversuche, bei welchen an verschiedenen Stellen der Flasche Gelatineplatten ausgelegt wurden. Selbst bei einer Zerstäubungsdauer von wenigen Minuten entwickelten sich auf allen Versuchsplatten überaus zahlreiche, kleine Colonien in gleichmässiger Vertheilung.

Der Zerstäubungsapparat wurde anfangs durch ein Handgebläse in Gang gehalten, später ersetzten wir dieses durch ein Wasserstrahlgebläse, wodurch der Betrieb in Anbetracht der langen Versuchsdauer wesentlich erleichtert war. Zur Zerstäubung gelangten 24stündige Agarculturen des Friedländer'schen Bacillus, die in sterilem destillirten Wasser (etwa 5 ccm) aufgeschwemmt wurden.

Einen leichteren Ueberblick dürfte der Auszug aus den Versuchsprotocollen ermöglichen.

Versuch Nr. 26.

Zur Verwendung kamen 4 Meerschweinchen, von denen 2 rasirt wurden, zwei zur Controle dienten. Die rasirten Thiere wurden nach dem Verweilen

im Brutofen mehrmals gebadet und in der oben beschriebenen Weise zwischen den Fensterflügeln auf 34° C. und 28° C. abgekühlt (Rectumtemperatur). Hierauf kamen alle Thiere in den Inhalationsraum, woselbst durch ¾ Stunden die im Wasser suspendirten Pneumoniebacterien zerstäubt wurden. Die normalen Thiere blieben dauernd gesund, ebenso ein abgekühltes Thier. Das zweite abgekühlte (auf 34° C. R. T.) stirbt 54 Stunden nach der Inhalation, nachdem es schon 24 Stunden vor dem Tode einen schwer kranken Eindruck gemacht hatte.

Die Section ergab: Der Oberlappen der rechten Lunge theilweise hepatisirt, sehr blutreich, ebenso der Rand des Mittellappens, der Unterlappen in den untersten Parthieen lufthaltig; die linke Lunge ist vollständig verdichtet. In allen Parthieen der Lunge, besonders in den hepatisirten, ist der Bacillus leicht aufzufinden. Der mikroskopische Nachweis des Bacillus gelingt ausser in der Lunge nur in der Leber, wogegen die Züchtung auf schräg erstarrtem Agar den Nachweis in Leber, Milz, Niere, in beiden Lungen und im Herzblute ermöglicht.

Obwohl die Culturen die charakteristische Auflagerung der Friedländer'schen Bacillus zeigten, wurde doch der Nachweis der pathogenen Eigenschaften des herausgezüchteten Bacillus durch Verimpfung auf eine Maus erbracht, welche 24 Stunden nach der Infection zu Grunde ging.

Versuch Nr. 33.

Die rasirten Meerschweinchen wurden, wie im Versuche Nr. 26. im Brutofen erwärmt und nach wiederholtem Baden in warmem Wasser zwischen den Fensterflügeln abgekühlt. Verwendet wurden 2 abgekühlte und 2 normale Meerschweinchen. Im Inhalationsraume blieben die Thiere 7 Stunden, während welcher Zeit ununterbrochen der Bacillus pneumoniae verstäubt wurde.

Beide rasirten Thiere starben nach 12 resp. 14 Stunden nach Beendigung der Inhalation. Ein Controlthier starb nach 18 Stunden.

Die Section ergab bei den rasirten Thieren nur einen hochgradigen Blutreichthum beider Lungen. Allenthalben waren in den Lungen Bacillen nachweisbar. Dagegen fehlten diese in den inneren Organen und im Herzblute. Das Controlthier bot die Erscheinungen des Lungenödems und ermöglichte weder in den zahlreichen angefertigten Präparaten, noch in den angelegten Culturen den Nachweis des Friedländer'schen Bacillus. —

Versuch Nr. 34.

Der Versuch, der wieder mit 2 rasirten und 2 normalen Thieren angestellt wurde, lieferte kein klares Ergebnis. Die Abkühlung der rasirten Thiere geschah wie im Versuch Nr. 26. Inhaliren mussten die Thiere durch 5 Stunden. In weniger als 24 Stunden starben je ein rasirtes und ein normales Thier, beide ohne positiven Bacterienbefund an den Erscheinungen des Lungenödems. —

3 Tage nach der Inhalation stirbt ein Controlthier, nach 6 Tagen das zweite rasirte Thier, beide mit deutlichem Bacillenbefunde und lobulären Pneumonien. —

Bei dem

Versuch Nr. 31

wurden 4 Meerschweinchen im Inhalationsraume durch 2½ Stunden gelassen, sodann wurden 2 Thiere rasirt und wie im Versuche Nr. 26 abgekühlt. 3 Tage nach der Inhalation stirbt ein abgekühltes Thier. Die Section ergiebt lobuläre Herde in beiden Lungen mit reichlichen Capselbacillen; in Leber, Milz, Herzblut lassen sich Friedländer'sche Bacillen durch die Cultur nachweisen. —

Abkühlung ohne vorhergehende Erwärmung.

In den nachfolgenden Versuchen wurden die Thiere durch Baden im warmen Wasser (37° C.) und nachheriges Verweilen bei offenem Fenster abgekühlt, ohne dass sie vor dem Abkühlen im Brutofen erwärmt worden waren. Bei

Versuch Nr. 36

wurde der Staphylococcus pyogenes aureus verwendet, der allen Thieren in genau gleichen Quantitäten in das Unterhautzellgewebe der Bauchhaut mit einer Koch'schen Spritze eingebracht wurde. Inhalationen hatten trotz der hohen Virulenz unserer Culturen — intraperitoneal tödtete eine Oese Agarcultur Meerschweinchen oft in weniger als 12 Stunden — ein negatives Resultat ergeben.

Von den 4 Meerschweinchen wurden 2 abgekühlt, 2 dienten zur Controle. Nach 29 Stunden stirbt eines der rasirten Thiere; in der Milz, Niere werden Staphylococcen mikroskopisch nachgewiesen. Das zweite rasirte Thier stirbt nach 36 Stunden. Die Section ergibt starke Röthung der Muskulatur in der Umgebung der Injectionsstelle, das Unterhautzellgewebe ist blutig ödematös; zahlreiche Staphylococcen sind theils frei, theils in Leukocyten eingeschlossen, in der Flüssigkeit mikroskopisch nachweisbar; Erscheinungen von Peritonitis bestehen nicht; in Leber und Niere sind Staphylococcen nachweisbar. Durch die Cultur gelingt es, sowohl in der Leber wie in der Milz und dem Herzblute den Staphylococcus pyogenes aureus nachzuweisen. Die Controlthiere bekommen nach einigen Tagen ebenfalls ausgebreitete Infiltrate, erscheinen schwer krank, erholen sich aber schliesslich, und wurden nach einem Monate neuerdings für andere Versuche verwendet.

Der gleiche Abkühlungsmodus wurde bei einigen Versuchen mit dem Choleravibrio angewendet. Nach den wenigen Versuchen scheint ein Unterschied in der Beeinflussung der Disposition durch die Abkühlung nicht zu erfolgen, wenn die Choleraculturen den Thieren intraperitoneal eingebracht werden. In zwei Versuchsserien, in welchen je 4 Thiere (2 abgekühlte und 2 normale Thiere) inficirt wurden, starb je ein abgekühltes

(rasiren, baden u. s. w.) und je ein Controlthier, während je ein Controlthier und ein abgekühltes mit mehr oder minder schweren Krankheitserscheinungen davonkamen. Zu diesen Versuchen wurde eine wenig virulente Choleracultur, die im Institute unter der Bezeichnung: Cholera-Ehm weitergeimpft wird, verwendet.

Ungleich eindeutigere Resultate bekamen wir bei der Infection per os. Zu diesen Versuchen wurde eine Cultur verwendet, deren Virulenz durch wiederholte Thierpassage gesteigert, ein Meerschweinchen von circa 200 g bei intraperitonealer Einspritzung von einer Oese Culturmateriale in weniger als 24 Stunden tödtete.

Versuch Nr. 52.

2 normale und 2 rasirte Meerschweinchen, die wie bei Versuch Nr. 36 abgekühlt wurden. Die Rectaltemperatur fiel auf 35,5° C. resp. 35,6° C., sodann wurden allen Thieren in möglichst gleicher Weise je 5 ccm einer 5 proc. Sodalösung und etwa 10 Minuten darnach je eine reichlich entwickelte Agarstrichcultur des Choleravibrio (in 10 ccm Wasser aufgeschwemmt) mittelst eines Katheters direct in den Magen gespritzt. Nach der Injection der Sodalösung erhielt jedes Thier subcutan 1 ccm Tinctura opii simpl. Eines der abgekühlten Thiere starb einen Tag nach der Infection. Die Section bot makroskopisch nichts Auffälliges. Die Aussaaten aus dem Dünndarme lieferten ein negatives Ergebnis, dagegen gelang es, aus dem Blinddarme mit Hilfe des Anreicherungsverfahrens Vibrionen herauszuzüchten, die alle Reactionen des Choleravibrio zeigten.

Das zweite abgekühlte Thier starb nach 3 Tagen. Bei diesem konnte trotz grosser Mühe der Choleravibrio in dem Darminhalte nicht nachgewiesen werden. Beide Controlthiere blieben dauernd gesund.

Ein ähnliches Ergebniss lieferte der

Versuch Nr. 54,

der mit derselben Choleracultur in analoger Weise ausgeführt wurde. Es starb jedoch nur ein abgekühltes Thier, bei welchem der Nachweis des Vibrio wieder nur aus dem Blinddarme mit Hilfe des Anreicherungsverfahrens möglich war. Das zweite abgekühlte Thier, sowie das Controlmeerschweinchen blieb, ohne dass Krankheitserscheinungen aufgetreten wären, am Leben. —

Abkühlung durch Rasiren.

Die eben geschilderten Versuche haben gelehrt, dass durch die Abkühlung ohne vorausgegangene Erwärmung die Disposition zu Infectionen ebenfalls erhöht werden kann. Der plötzliche Uebergang aus der Wärme in die kalte Luft, welchen viele Aerzte als wesentlich für das Zustandekommen

der Erkältung bezeichnen, ist für die Erhöhung der Disposition von geringem Belange.

In der Folge suchten wir bei den Versuchen daher auch die brüske Abkühlung durch das Trocknen der durchnässten Thiere im Luftzuge zu umgehen, und die Abkühlung lediglich durch das Rasiren eines Theiles des Pelzes zu erzielen. Es muss übrigens hervorgehoben werden, dass allein durch das Rasiren die Thiere vorübergehend eine Verminderung der Eigenwärme selbst um einige Grade Celsius erfahren können. So fand ich einmal bei einem Meerschweinchen nach dem Rasiren eine Mastdarmtemperatur von 36 ° C. Die Abkühlung dürfte mit dem Einseifen der Thiere und der damit verbundenen Durchnässung des Pelzes im Zusammenhange stehen. Um den Temperaturfall möglichst zu verringern, vermieden wir bei den folgenden Versuchen eine allzustarke Durchfeuchtung; es wurde nur der Hautbezirk eingeseift, welcher eben rasirt werden sollte und die Thiere nach Beendigung der Procedur mit trockenen Tüchern abgerieben.

Versuch Nr. 40.

4 Meerschweinchen, 2 rasirt, 2 normal, werden subcutan mit genau der gleichen Menge einer Aufschwemmung des Staphylococcus pyogenes aureus inficirt.

Nach 2 Tagen stirbt ein rasirtes Thier. Die Section ergibt hochgradige Schwellung der ganzen Bauchhaut, dieselbe ist blauroth verfärbt, eine sulzig ödematöse Flüssigkeit durchsetzt die ganze Bauchmuskulatur; daselbst wie im spärlichen Peritonealexsudate ist der Staphylococcus mikroskopisch nachweisbar. Culturen aus der Milz, der Leber und dem Herzblute geben ein gleiches Resultat.

Am 3. Tage nach der Infection stirbt ein Controlthier; die Section ergibt abermals eine mächtige Infiltration des Unterhautzellgewebes in der Umgebung der Injectionsstelle und die Erscheinungen der Peritonitis; aus Milz, Niere und Herzblut sind Staphylococcen leicht züchtbar.

Am 4. Tage nach der Injection stirbt das zweite rasirte Thier: Hochgradiges Oedem der Bauchhaut, welches bis in die Achselbeuge reicht und den proximalen Theil der vorderen Extremitäten zur Schwellung gebracht hat. Aus einem Schnitte durch das Unterhautzellgewebe fliessen etwa 2 ccm einer blutig gefärbten dünnen Flüssigkeit. Das Unterhautzellgewebe erscheint sulzig, die Muskulatur brüchig, im Peritonealraume sind geringe Mengen einer blutig tingirten Flüssigkeit. Mikroskopisch und durch die Cultur sind in den inneren Organen und im Herzblute reichlich Staphylococcen nachweisbar.

Bei dem zweiten Controlthiere entwickelte sich ein locales Infiltrat an der Injectionsstelle; zu einer tödtlichen Allgemeininfection kam es jedoch nicht.

In zwei folgenden Versuchen wurden die rasirten und inficirten Thiere gesondert von den Controlmeerschweinchen in einem kühleren Raume gehalten.

Versuch Nr. 43.

4 Meerschweinchen, von denen 2 rasirt und nicht abgekühlt sind, erhalten je ein Zehntel einer 48stündigen Agarstrichkultur des Staphylococcus pyogenes aureus. Die normalen Thiere werden im Arbeitszimmer bewahrt; während die rasirten Meerschweinchen im Keller des physiologischen Institutes eingestellt werden. Alle Thiere blieben am Leben; ein Unterschied bestand nur darin, dass die Infiltration der Bauchhaut bei den rasirten Thieren mächtiger war als bei den normalen, wenngleich die letzteren auch eine ziemlich starke Reaction in der Umgebung der Impfstelle zeigten.

Bei dem

Versuch Nr. 42

wurde wieder der Friedländer'sche Kapselbacillus subcutan den 5 Versuchsthieren eingespritzt. Die 3 rasirten Meerschweinchen wurden nach der Injection in einen Raum gebracht, in welchem das Fenster Tag und Nacht offen blieb, während die Controlthiere im warmen Arbeitszimmer verweilen durften.

Alle Thiere zeigten schon am 3. Tage nach der Injection der Bacterien ausgebreitete Infiltrate. Von den rasirten starb eines $4^1/_2$ Tage nach der Injection. Mikroskopisch und culturell konnte in allen inneren Organen und dem Blute die Anwesenheit des Friedländer'schen Bacillus festgestellt werden. 10 Tage nach der Injection starb ein zweites rasirtes Thier. Das Infiltrat hatte sich bis in die Inguinal- und Axillargegend ausgebreitet, die Lymphdrüsen waren als knollige Tumoren tastbar. Die Section ergab wieder die Anwesenheit von grossen Mengen des Kapselbacillus im Parenchyme der inneren Organe.

Das dritte rasirte, sowie die beiden normalen Thiere erholten sich nach längerem Kranksein.

Mit dem Tuberkelbacillus wurden zwei Versuchsserien angestellt. Von vorneherein hatten wir nicht viel Hoffnung, dass sich sehr augenfällige Unterschiede im Ablauf der Infection bei abgekühlten (rasirten) und den normalen Meerschweinchen ergeben würden, indem bei der hohen Virulenz des Tuberkelbacillus Meerschweinchen gegenüber, die individuelle Disposition offenbar nur eine ganz untergeordnete Rolle spielt. Die subcutane Infection war überhaupt ausgeschlossen, indem wir wissen, dass selbst eine sehr geringe Menge Bacillen meist zur tödtlichen Infection ausreicht. Wir mussten also eine Infectionsmethode wählen, welche nicht so sichere Resultate ergibt und gleichzeitig

die natürliche Uebertragung nachahmt. Von diesem Standpunkte war die Inhalationsmethode die geeignetste.

Für beide Versuche wurde das Sputum eines hochgradig tuberculosen Individuums verwendet, welches überaus reichlich Bacillen enthielt. Das Sputum wurde vor der Zerstäubung nach der von Veraguth[1]) gegebenen Vorschrift mit der 5fachen Menge Wassers verrieben und durch zwei dichte Flanelllappen filtrirt. Die Zerstäubung gelang leicht mit Hilfe des Buchner-schen Apparates.

Versuch Nr. 29.

5 Meerschweinchen, von denen 3 rasirt waren und 2 zur Controle dienten, wurden im Inhalationsraume durch 3 Stunden gehalten.

Die 3 rasirten Thiere starben 13 bezw. 28 und 33 Tage nach der Inhalation. Von den Controlthieren erlag eines nach 24 Tagen, das andere war nach 5 Monaten anscheinend gesund. Alle secirten Thiere mit Ausnahme des nach 13 Tagen verstorbenen rasirten Meerschweinchens zeigten bei der Section eine ausgebreitete Tuberkulose beider Lungen: in den untersuchten Knötchen konnten stets reichlich Tuberkelbacillen constatirt werden.

Versuch Nr. 30

wurde mit demselben Sputum, welches aber auf das 30fache mit steriler physiologischer Kochsalzlösung verdünnt war, angestellt. 4 Meerschweinchen, 2 rasirt, 2 normal, mussten im Inhalationsraume durch eine Stunde das zerstäubte Sputum einathmen. Trotz der geringeren Dauer der Inhalation und trotz der höheren Verdünnung des Sputums gingen wieder beide rasirte Thiere nach 28 bezw. 50 Tagen ein, Ein Controlthier starb nach 38 Tagen, das zweite lebte noch nach 5 Monaten. Die Section der zugrunde gegangenen Thiere ergab die Erscheinungen der disseminirten Tuberkulose beider Lungen und reichliche Bacillenbefunde.

In dem

Versuch Nr. 27

kamen 6 Meerschweinchen, von denen 3 rasirt und 3 normal waren, zur Verwendung. Die rasirten Thiere waren 3 Tage vor dem Versuche rasirt worden. Im Inhalationsraume, in welchem der Pneumoniebacillus verstäubt wurde, blieben die Thiere durch 3 Stunden.

Es starb überhaupt nur ein rasirtes Thier. Die Section ergab circumscripte verdichtete Herde in beiden Lungen. Die Herde waren auf dem Durchschnitte derb, hepatisirt und zeigten ein Bild, welches man in der menschlichen Pathologie als rothe Hepatisation bezeichnen würde. In den

1) Veraguth, Experim. Untersuchungen über Inhalationstuberculose. Archiv f. experim. Path., 1883, Bd. 17.

Herden waren reichlich Bacillen vorhanden, während weder durch das Mikroskop noch durch die Cultur in den übrigen Organen der Pneumoniebacillus nachgewiesen werden konnte. Schnitte aus den verdichteten Lungenparthieen ergaben, dass die Alveolen ganz angestopft mit rothen und weissen Blutkörperchen, die Epithelien vielfach desquamirt, die Capillaren strotzend gefüllt waren.

Es war interessant zu erfahren, ob auch nach stattgehabter Infection die theilweise Enthaarung den weiteren Ablauf der Erkrankung beeinflussen könne. Zu diesem Zwecke wurden im

Versuch Nr. 90

10 Meerschweinchen von annähernd gleichem Körpergewichte gleichzeitig mit möglichst gleichen Mengen aufgeschwemmter Friedländer'scher Bacillen subcutan inficirt. Eine Stunde darnach wurden 4 Thiere etwa zur Hälfte rasirt. Am nächsten Tage wurden zwei Thiere ebenso behandelt. Alle Meerschweinchen, auch die Controlthiere, zeigten bereits Röthung und Schwellung in der Umgebung der Einstichstelle an der Bauchhaut. Das Endresultat war das folgende

Thier	132	rasirt	24	Stunden	nach	der	Injection	starb	nach	2½	Tagen
»	133	»	24	»	»	»	»	»	»	3	»
»	134	»	1	Stunde	»	»	»	»	»	3	»
»	129	»	1	»	»	»	»	»	»	4	»
»	131	»	1	»	»	»	»	»	»	4	»
»	130	»	1	»	»	»	»	»	»	5	»
»	136. Controlthier starb nach									8	»

Die übrigen 3 Controlthiere zeigten ausgebreitete Infiltrate, die allmählich sich verkleinerten, kamen jedoch mit dem Leben davon. —

Es erfolgte also der Tod am raschesten bei jenen Thieren, bei welchen die Enthaarung erst dann vorgenommen wurde, als es bereits zu einem lokalen Krankheitsprocesse gekommen war.

In zwei weiteren Versuchen wurden die Erkältungseinflüsse variirt; von je 8 Thieren wurden je 2 einfach rasirt, 2 rasirt und durch Baden in warmem Wasser und nachheriges Trocknen bei kalter Luft abgekühlt. Zwei weitere Thiere wurden, ohne Entfernung der Haare einfach abgekühlt, zwei normale Thiere dienten zur Controle. Im ersten Versuche wurde eine zu grosse Quantität Infectionsmateriale einverleibt, und es gingen

auch die beiden Controlthiere ein. Im Versuche Nr. 44 ergab sich Folgendes:

Jedes Thier erhielt subcutan in der Bauchgegend $^{1}/_{25}$ Oese einer 48stündigen Cultur des Pneumoniebacillus. Die Injection wurde unmittelbar nach dem Abkühlen, resp. Rasiren gemacht. Es starben:

Meerschw.	Nr.	85	nach	60	Stunden:	rasirt, nicht abgekühlt,
»	»	84	»	60½	»	» » »
»	»	82	»	60½	»	erkältet, nicht rasirt,
»	»	81	»	ca. 68	»	» und »
»	»	80	»	84	»	erkältet und rasirt,
»	»	83	»	8	Tagen:	» nicht »
»	»	78	»	9	»	Controlthier.

Das zweite Controlthier zeigte zwar ein am 5. Tage ziemlich ausgebreitetes Infiltrat, welches durch Abstossung der nekrotisch gewordenen Haut ausheilte; es war aber nur vorübergehend krank und erholte sich rasch. Selbstverständlich konnten bei allen gestorbenen Thieren Pneumoniebacillen in mehr oder minder reichlicher Zahl in den inneren Organen, grossentheils auch im Herzblute, nachgewiesen werden.

Wenn uns in den letztangeführten Versuchen auch Controlthiere zu Grunde gegangen sind, so ist dies einerseits der durch wiederholte Thierpassage ausserordentlich gesteigerten Virulenz des Pneumoniebacillus zuzuschreiben, andererseits der Unmöglichkeit, das Infectionsmateriale immer genau in jener Quantität zu verabreichen, dass nur die abgekühlten und nicht auch die normalen Thiere zu Grunde gehen. War Letzteres dennoch der Fall, so sprach fast stets die längere Dauer des Krankheitsprocesses der normalen Thiere für die erhöhte Empfänglichkeit der abgekühlten. Dagegen scheint es für den Ablauf der Erkrankung ziemlich gleichgültig zu sein, in welcher Weise die Thiere abgekühlt werden; wenigstens konnte ich weder bei Versuch Nr. 44 noch bei dem wegen des letalen Endes der Controlthiere nicht angeführten Versuch Nr. 41 einen deutlichen Unterschied im Krankheitsverlaufe bei den durch Rasiren oder durch Baden ohne Rasiren abgekühlten Thieren constatiren. Erwähnt mag noch werden, dass auch in dem Versuche Nr. 41 der

tödtliche Ausgang bei den Controlthieren protrahirt war, indem sie unter den 8 Versuchsthieren als sechstes und letztes zu Grunde gingen.

Infection rasirter und nachher bekleideter Thiere.

Von grosser Beweiskraft, dass wirklich die Abkühlung, welche die rasirten Thiere durch die Enthaarung erfuhren, das schädigende Moment darstelle, sind einige Versuche, welche die von Herrn Professor Gruber angeregte Frage: Kann man rasirte Thiere durch einen künstlichen Wärmeschutz vor dem tödtlichen Ausgang der Infection bewahren und wie lange muss die Abkühlung eingewirkt haben, um einen Einfluss auf die Disposition auszuüben, beantworten sollten. Der künstliche Wärmeschutz könnte dadurch erreicht werden, dass man die Thiere in einem gut ventilirten Brutraume von etwa 28—31 ° C. hält, oder — und dieser letztere Modus hatte mit Rücksicht auf die Bedeutung der Kleidung bei mangelhafter natürlicher Wärmeregulation ein hohes Interesse — indem man die Thiere in warme Stoffe einhüllte. Die Meerschweinchen wurden also rasirt und nach längerer oder kürzerer Zeit in ein Kleidchen aus sogenanntem Doppeltbarchent eingenäht. Die Extremitäten ragten aus passend angefertigten Ausschnitten hervor, so dass die Thiere in ihrer Bewegung nicht gehemmt waren.

Versuch Nr. 88.

Von 10 Meerschweinchen wurden 4 48 Stunden vor der Inficirung rasirt. 2 Thiere wurden 24 Stunden, zwei unmittelbar vor der Infection durch Baden und Trocknen zwischen den Fensterflügeln auf circa 34° C. R.-T. abgekühlt, ohne dass sie rasirt worden waren, während 2 Meerschweinchen als Controlthiere dienten. Alle Meerschweinchen wurden mit dem Friedländer'schen Bacillus subcutan inficirt. Von den 4 zuerst rasirten Thieren wurde eines am Tage vor der Infection, ein zweites unmittelbar vor der Infection »bekleidet«.

Es ergab sich:

Thier 115:	48 Stunden vor der Infection rasirt,	gestorben	nach	60	Stunden
» 113:	» » » » » »	»	»	36	»
» 116:	erkältet unmittelb. vor der Injection,	»	»	48	»
» 114:	» » » » »	»	»	48	»
» 118:	» 24 Stunden vor der Injection,	»	»	5	»

Thier 117: erkältet 24 Stunden vor der Infection, bleibt am Leben, zeigt aber an der Inject.-Stelle ein ausgebr. Infiltrat.
» 110: rasirt, 48 Stunden vor der Infection, bekleidet am Tage der Infection, lokale Infiltration
» 112: rasirt 48 Stunden vor der Infection, bekleidet 24 Stunden vor der Injection, » »
» 111: Controlthier » »
» 119: » » »

Es war also in der That gelungen, beide in Barchent eingehüllte Thiere vor der tödtlichen Infection zu bewahren, während die rasirten und nicht bekleideten zu Grunde gingen. Auch die kurzdauernde energische Abkühlung unmittelbar vor der Infection hatte die Disposition in hohem Maasse erhöht, während die Abkühlung am vorhergehenden Tage nur bei einem Thiere die tödtliche Infection verursachte.

Es ist also durch diesen Versuch, sowie durch den Seite 361 beschriebenen festgestellt, dass auch eine vorübergehende, allerdings energische Abkühlung die individuelle Disposition zu erhöhen im Stande ist.

Zu erwähnen wäre noch, dass das Thier Nr. 110 zufällig am Tage nach dem Rasiren einen starken Wärmeverlust unabsichtlich erlitten hatte. Es war zufällig Nachts das Fenster, neben welchem der Käfig der Thiere stand, offen geblieben. Morgens fand ich es unter tonisch-klonischen Krämpfen auf der Seite liegen und constatirte eine rectale Temperatur von 31 ° C. Nach mehrstündigem Aufenthalte im Brutofen erholte es sich wieder und nachmittags betrug die Körpertemperatur 37 ° C., am nächsten Morgen 38,1 ° C. Trotz des Temperaturabfalles gelang es durch die wärmende Hülle, auch dieses Thier vor dem tödtlichen Ausgang der Infection zu schützen.

Ein zweiter Versuch wurde in ähnlicher Weise ausgeführt; als Infectionsmateriale wurde der Staphylococcus pyogenes aureus subcutan unter die Bauchhaut eingespritzt. Es ergab sich:

Thier 127: rasirt 5 Tage vor der Infection, gestorben nach 1 Tag
» 123: » 5 » » » » » » 4 Tagen
» 124: » 5 » » » » bekleidet 4 Tage vor der Infection, bleibt am Leben.
» 128: » 5 » » » » bekleidet unmittelbar vor der Infect., gestorben nach 2 Tagen.

Thier 126: 1 Tag nach der Infection durch Baden u. s. w. abgekühlt, gestorben nach 3 Tagen
» 121: durch Baden u. s. w. abgekühlt, gestorben nach 9 Tagen
» 125: Controlthier bleibt am Leben
» 122: » » » »

Bei diesem Versuche blieb allerdings nur das eine bekleidete Thier am Leben. Für das andere bekleidete waren von vorneherein die Aussichten ungünstiger. Es hatte durch 5 Tage, während welcher es rasirt und unbekleidet war, beträchtliche Wärmeverluste erlitten und befand sich also schon zur Zeit der Infection gewissermaassen in einem geschwächten Zustande. Andererseits mochte auch ein fehlerhafter Schnitt des Kleidchens in Betracht gekommen sein; als wir den Cadaver entkleideten, zeigte sich, dass sich der Ausschnitt für die Afteröffnung verschoben hatte, und dass grosse Mengen von Excrementen zwischen Bauchhaut und Stoff angesammelt waren. Die Hülle, welche den Wärmeschutz hätte geben sollen, war durchnässt, und das Thier hatte vielleicht gerade durch dieselbe beträchtliche Wärmeverluste erlitten. Das überlebende bekleidete Thier entkleidete ich 10 Tage nach der Infection; es hatte ausser einer geringfügigen Infiltration in der Umgebung der Einstichstelle eine linksseitige Mastitis, offenbar die Folge einer fortgeleiteten Entzündung im Unterhautzellgewebe.

Besonders energisch scheint die Abkühlung auf die Disposition einzuwirken — eine Erscheinung, auf die wir bereits oben hingewiesen haben — wenn es schon zu einer lokalen Ansiedelung der Microbien gekommen ist. Dies zeigte der nach ein bezw. zwei Tagen nach der Abkühlung erfolgte Tod der Thiere 120 und 126, die einen Tag nach der Infection, als die Umgebung der Infectionsstelle bereits infiltrirt war, eine Herabsetzung der Eigenwärme durch Baden und Verweilen zwischen den Fensterflügeln erfahren hatten.

Versuche mit Milzbrandbacterien bei Hühnern und Ratten.

Es war nun interessant zu prüfen, ob die Hühner, die von Natur aus für immun gegen den Milzbrand gelten, nicht nach Beseitigung eines Theiles ihrer Federn inficirbar gemacht werden könnten. Dass durch eine dauernde

Abkühlung durch Eintauchen eines Theiles der Thiere in Wasser von 25° C. Hühner der Milzbrandinfection zugänglich gemacht werden können, haben, wie schon erwähnt, Pasteur und Wagner nachgewiesen; doch sind die Versuche nicht als rein zu bezeichnen, indem neben der beträchtlichen Herabsetzung der Eigenwärme, welche nach Collin[1]) mindestens 3° C. betragen muss, auch ein Hungerzustand bestanden hat — die im Wasser gefesselt sitzenden Thiere hatten die Nahrungsaufnahme verweigert — welchem an und für sich ein Einfluss auf die Disposition zukommen kann. Diesen Einwand hat bereits Collin in einer Discussion in der französischen Akademie de médecine gegen die Pasteur'schen Versuche erhoben.

Dass in der That der Hungerzustand allein bei Hühnern die Immunität gegen den Milzbrand aufheben könne, haben Canalis und Morpurgo[2]) auf Grund zahlreicher Versuche zu zeigen vermocht. Allerdings fielen die Thiere nur dann dem Milzbrande zum Opfer, wenn sie zwei Tage oder länger vor der Infection gehungert hatten.

Versuch Nr. 56.

Von 4 jungen Hühnern wurden 2 sorgfältig am Rücken und an der Brust gerupft. 2 dienen als Controlthiere. Jedem Huhne wird subcutan in der Brustgegend der vierte Theil einer 8tägigen, fast vollständig versporten Agarcultur eines hochvirulenten Milzbrandes in genau gleicher Quantität eingespritzt. Am Tage nach der Injection sind die Thiere munter, weshalb denselben gegen Abend abermals eine Injection von Milzbrandmateriale — die Culturmasse eines 24stündigen Agarstriches pro Thier — gemacht wurde. Die entfiederten Thiere werden sodann von den Controlhühnern getrennt und in ihrem Käfige mit der Wasserstrahlpumpe durch 18 Stunden angeblasen. Am Morgen nach der zweiten Injection betrug die Temperatur in der Cloake gemessen, 39,5° C. bezw. 40,0° C., war also gegenüber der vor dem Rupfen beobachteten Temperatur von 42,4° C. um mehr als 2° C. gesunken. Mittags betrug die Temperatur des einen Huhnes 38,2° C., die des anderen, welches sich bereits in Agonie befand, 30.2° C., während die Temperatur der Controlthiere 41,7° C. und 41,5° C. betrug. Am 3. Tage nach der 2. Injection sind die gerupften Thiere todt, während die Controlthiere dauernd gesund bleiben. Die Section lieferte makroskopisch nichts Auffallendes, mikroskopisch waren

1) Collin, Bullet. de l'acad. de médec., Bd. 78, 2. Serie, p. 737.

2) Canalis und Morpurgo, Fortschritte d. Medic., 1890, Nr. 18 u. 19.

bei den beiden Thieren vereinzelnte Stäbchen in Milz und Leber erkennbar Die Aussaaten ergaben aus Leber, Milz und Herzblut allenthalben reichlich Colonien des Antraxbacillus.

Für den

Versuch Nr. 57

wurden nur 2 Hühner verwendet. Eines war in der oben geschilderten Weise entfiedert worden, das andere diente zur Controle. Als Infectionsmateriale wurde eine Milzbrandcultur verwendet, die bereits durch das Huhn (Versuch Nr. 56) geschickt worden war. Obwohl wir erwarteten, dass nunmehr die Cultur an das Huhn angepasst sei und auch das Controlthier tödten würde, zeigte dasselbe weder an der Injectionsstelle irgendwelche Reaction, noch schien es krank zu sein, während das gerupfte Thier 2 Tage nach der Injection zugrunde ging. In der Umgebung der Impfstelle war eine trübe fadenziehende Flüssigkeit in der Menge von etwa 5 ccm mit ungeheuren Quantitäten von Milzbrandstäbchen; in den inneren Organen ergab die Cultur und das Mikroskop zahlreiche Bacillen.

Beim nächsten

Versuch Nr. 58

wurden 4 Hühner verwendet, von denen abermals 2 theilweise gerupft wurden. Die Thiere wurden wie auch im Versuche Nr. 57 in demselben Käfige gehalten und nicht wie in dem jüngst geschilderten Versuche angeblasen. Zur Injection wurde ein virulenter aber noch nicht durch das Huhn geschickter Milzbrand verwendet und zwar erhielt jedes der vier Thiere den vierten Theil einer Aufschwemmung, in welcher die grossentheils versporten Culturmassen von drei Petri-Agarschalen vertheilt waren. Am dritten Tage nach der Injection starb ein gerupftes, am vierten Tage das zweite gerupfte Thier. Während es bei dem nach 2 Tagen zugrunde gegangenen Thier nur durch die Cultur möglich war, in Milz, Leber, Niere und Herzblut die Milzbrandbakterien nachzuweisen, waren bei dem später verstorbenen Thiere die Bacterien in ausserordentlich langen Ketten mit 100 und mehr Gliedern, manchmal ganze Knäuel bildend, in Milz, Niere und Leber zu finden.

Auch bei diesem Thiere lieferten wieder alle Culturen ein positives Resultat.

Bei den rasirten Thieren war die Temperatur um etwa 1—1¹/₁₀ C. niedriger als bei den Controlthieren, eine Temperaturerniedrigung, welche viel geringer war, als sie Collin für die in Wasser eingetauchten Hühner angegeben hatte.

Die Controlthiere zeigten keine krankhaften Erscheinungen und auch an der Injectionsstelle zeigte sich das Gewebe in keiner Weise augenfällig verändert.

Erwähnenswerth ist, dass alle Hühner trotz des Rupfens ihre Fresslust nicht verloren hatten, wie auch bei den Sectionen aus den prall gefüllten Kröpfen zu ersehen war.

Nachdem auch die weissen Ratten im Allgemeinen der Infection mit Milzbrand schwer zugänglich sind, und wir zur Feststellung der erhöhten Disposition durch die Abkühlung Infectionen heranziehen mussten, welche unter natürlichen Umständen nicht sicher letal verliefen, wurden diese Thiere auch in die Versuche miteinbezogen. Dass die Disposition für die Infection mit Milzbrand bei Ratten künstlich erhöht werden könne, haben Charrin und Roger[1]) gezeigt, indem sie weisse Ratten in der Tretmühle mehrere Stunden laufen liessen, sodann inficirten und constatirten, dass diejenigen Thiere, welche nach der Infection noch weiterlaufen mussten, an Milzbrand zu Grunde gingen, wogegen jene Ratten, welche nach der Infection ruhen durften, am Leben blieben. Allerdings bilden sich bei der Ermüdung, wie Mosso[2]) und Andere gezeigt haben, toxische Stoffe im Körper, die möglicherweise die natürliche Widerstandskraft des Körpers schädigen, wie dies für eine Reihe von Giften experimentell dargethan worden ist.

Durch Hunger vermochten Canalis und Morpurgo eine Empfänglichkeit der Ratten gegen den Milzbrand nicht zu erzielen.

In zwei Versuchsserien wurden am 1. und 3. August je 4 Ratten mit virulentem Milzbrand subcutan inficirt.

Im ersten Versuche wurden 2 Thiere geschoren und über Nacht bei geöffnetem Fenster gehalten.

Es starb 15 Stunden nach der Injection Ratte I (geschoren). In den inneren Organen: Milz, Niere, Leber sehr zahlreiche Milzbrandbacterien; spärliche Befunde ergab das Herzblut. Culturen bestätigten den mikroskopischen Befund; ein von einer Cultur geimpftes Meerschweinchen starb nach 36 Stunden.

Nach 24 Stunden starb eine Controlratte (III); sie ergab in allen inneren Organen mikroskopisch und culturell Milzbrandbacterien, wenn auch in relativ geringer Menge.

---

1) Charrin und Roger, a. a. O.

2) Mosso, Du Bois Reymond's Arch., 1890.

Nach 36 Stunden starb das zweite geschorene Thier II. Befund wie bei I, nur waren die Bacterien in geringerer Zahl nachweisbar.

Die zweite Controlratte lebte noch nach 8 Tagen und zeigte keine krankhaften Erscheinungen.

Im zweiten Versuche starben die geschorenen Thiere nach 24 und 48 Stunden. Die Sectionen ergaben positive Bacterienbefunde. Die Controlthiere blieben am Leben ohne anscheinend erkrankt gewesen zu sein.

Eine weitere Versuchsreihe, bei welcher die Ratten durch Milzbrandbacillen und milzbrandsporenhaltige Nahrung per os hätten inficirt werden sollen, lieferte ein völlig negatives Resultat. Es bewies mir aber, dass die geschorenen Thiere keineswegs dem durch die Enthaarung bewirkten Wärmeverluste zum Opfer fallen.

In den folgenden Tabellen sind die wichtigsten Resultate, nach den angewendeten Infectionserregern geordnet, zusammengestellt.

I. Versuche mit dem Bacillus pneumoniae bei subcutaner Einverleibung.

Versuchs-Nr.	Zahl der Thiere	Zahl der abgekühlten Thiere	Zahl der Control- Thiere	Zahl der gestorbenen Thiere	Zahl der überlebenden Thiere
1	4	2	2	2 abgek. Thiere	2 Controlthiere
2	3	2	1	2 abgek. Thiere	1 Controlthier
42	5	3	2	2 abgek. Thiere	1 abgek. Thier 2 Controlthiere
44	8	6	2	6 abgek. Thiere 1 Controlthier	1 Controlthier
90	10	6	4	6 abgek. Thiere 1 Controlthier	3 Controlthiere
Summe	30	19	11	18 abgek. Thiere 2 Controlthiere	1 abgek. Thier 9 Controlthiere

II. Inhalationsversuche mit dem Friedländer'schen Pneumonie-Bacillus.

Versuchs-Nr.	Zahl der Thiere	Zahl der abgekühlten Thiere	Zahl der Control- Thiere	Zahl der gestorbenen Thiere	Zahl der überlebenden Thiere
26	4	2	2	1 abgek. Thier	1 abgek. Thier 2 Controlthiere
27	6	3	3	1 abgek. Thier	2 abgek. Thiere 3 Controlthiere
31	4	2	2	1 abgek. Thier	1 abgek. Thier 2 Controlthiere
33	4	2	2	2 abgek. Thiere 1 Controlthier	1 Controlthier
34	4	2	2	2 abgek. Thiere 2 Controlthiere	—
Summe	22	11	11	7 abgek. Thiere 3 Controlthiere	4 abgek. Thiere 8 Controlthiere

III. Versuche mit dem Staphylococcus pyogenes aureus (subcutane Infection).

Versuchs-Nr.	Zahl der Thiere	Zahl der abgekühlten Thiere	Zahl der Control- Thiere	Zahl der gestorbenen Thiere	Zahl der überlebenden Thiere
36	4	2	2	2 abgek. Thiere	2 Controlthiere
40	4	2	2	2 abgek. Thiere 1 Controlthier	1 Controlthier
43	4	2	2	—	alle leben
Summe	12	6	6	4 abgek. Thiere 1 Controlthier	2 abgek. Thiere 5 Controlthiere

IV. Infectionen per os mit dem Choleravibrio.

Versuchs-Nr.	Zahl der Thiere	Zahl der abgekühlten Thiere	Zahl der Control- Thiere	Zahl der gestorbenen Thiere	Zahl der überlebenden Thiere
52	4	2	2	2 abgek. Thiere	2 Controlthiere
54	4	2	2	1 abgek. Thier	1 abgek. Thier 2 Controlthiere
Summe	8	4	4	3 abgek. Thiere kein Controlth.	4 Controlthiere 1 abgek. Thier

V. Inhalationen mit tuberkelbacillenhaltigem Sputum.

Versuchs-Nr.	Zahl der Thiere	Zahl der abgekühlten Thiere	Zahl der Control- Thiere	Zahl der gestorbenen Thiere	Zahl der überlebenden Thiere
29	5	3	2	3 abgek. Thiere 1 Controlthier	1 Controlthier
30	4	2	2	2 abgek. Thiere 1 Controlthier	1 Controlthier
Summe	9	5	4	5 abgek. Thiere 2 Controlthiere	2 Controlthiere

VI. Milzbrandversuche mit Hühnern und Ratten.

Versuchs-Nr.	Zahl der Thiere	Zahl der abgekühlten Thiere	Zahl der Control- Thiere	Zahl der gestorbenen Thiere	Zahl der überlebenden Thiere
56	4 Hühner	2 Hühner	2 Hühner	2 abgek. Thiere	2 Controlthiere
57	2 »	1 Huhn	1 Huhn	1 abgek. Thier	1 Controlthier
58	4 »	2 Hühner	2 Hühner	2 abgek. Thiere	2 Controlthiere
1. August	4 Ratten	2 Ratten	2 Ratten	1 abgek. Thier 1 Controlthier	1 Controlthier
3. »	4 »	2 »	2 »	2 abgek. Thiere	2 Controlthiere
Summe	18	9	9	1 Controlthier 9 abgek. Thiere	8 Controlthiere

Uebersichtstabelle.

Infections-materiale	Infections-art	Zahl der Thiere	Zahl der abgekühlt. Thiere	Zahl der Control- Thiere	Zahl der gestorbenen Thiere	Zahl der überlebenden Thiere
Friedländer'sche Pneumoniebacillen	subcutane Infection	30	19	11	18 abgek. Thiere 2 Controlthiere	1 abgek. Thier 9 Controlthiere
»	Inhalation	22	11	11	7 abgek. Thiere 3 Controlthiere	4 abgek. Thiere 8 Controlthiere
Cholera-vibrionen	Infection per os	8	4	4	3 abgek. Thiere 0 Controlthiere	1 abgek. Thier 4 Controlthiere
Staphylococcus pyogenes aureus	subcutane Infection	12	6	6	4 abgek. Thiere 1 Controlthier	2 abgek. Thiere 5 Controlthiere
Tuberkelbacillen-haltiges Sputum	Inhalation	9	5	4	5 abgek. Thiere 2 Controlthiere	0 abgek. Thier 2 Controlthiere
Milzbrand-bacterien	subcutane Infection	18	9	9	9 abgek. Thiere 1 Controlthier	0 abgek. Thier 8 Controlthiere
Summe	—	99	54	45	46 abgek. Thiere 9 Controlthiere	8 abgek. Thiere 36 Controlthiere

Wenn man die Ergebnisse der geschilderten Versuche überblickt, so ergibt sich vor Allem die Thatsache, dass die rasirten und abgekühlten, sowie die lediglich rasirten und schliesslich die ohne Enthaarung abgekühlten Thiere künstlichen Infectionen in den meisten Fällen leichter unterliegen als die im Uebrigen gleichbehandelten normalen Thiere.

Nur bei der intraperitonealen Infection mit dem Choleravibrio schien eine Beeinflussung des Verlaufes der Erkrankung durch das Rasiren nicht möglich zu sein, soweit man wenigstens aus dem Ergebniss der zwei gemachten Versuche zu urtheilen berechtigt ist.

Wenn wir diese Versuche ausscheiden, so ergibt sich nach den Endzahlen der Uebersichtstabelle, dass von den 54 in irgend einer der oben geschilderten Weise abgekühlten Thiere 46, d. i. 85,2 % erlagen; von den 45 Controlthieren erlagen nur 9, d. i. 20 %. Schalten wir die Versuche mit dem Tuberkelbacillus, welche in Anbetracht der hohen Virulenz des Tuberkelbacillus Meerschweinchen gegenüber von vorneherein kein deutliches Resultat bezüglich einer erhöhten oder herabgesetzten Disposition versprachen, aus, erinnern wir uns ferner, dass in Versuch Nr. 33 und 34 je ein Controlthier ohne positiven Bacterienbefund an Lungenödem zu Grunde gegangen war, so stellt sich die Mortalität der Controlthiere nicht mehr auf 20 %, sondern auf 12,2 %.

Es ergibt sich also das eindeutige Resultat, dass die Disposition zu vielen infectiösen Erkrankungen durch die dauernde oder vorübergehende Abkühlung wesentlich erhöht wird.

Der Einwand, dass unsere Versuchsthiere nicht den Infectionen, sondern der Abkühlung, wie sie durch das Rasiren des Pelzes oder durch Baden in Wasser etc. hervorgerufen wurde, zum Opfer gefallen sind, trifft bestimmt, selbst wenn wir die Sectionsergebnisse unberücksichtigt lassen, weder für das Meerschweinchen noch für die Ratte zu, — vorausgesetzt, dass man die Thiere, wie es stets bei unseren Versuchen geschah, bei

mässiger Zimmerwärme bewahrt und nicht mehr als höchstens zwei Drittheile des natürlichen Haarkleides weggenommen hat.

Wir haben, um diesem Einwande zu begegnen, Thiere (Meerschweinchen und Ratten) einfach theilweise rasirt oder geschoren und konnten sie monatelang bei gutem Wohlbefinden beobachten, bis sie der nachwachsende Pelz nicht mehr von den normalen Thieren unterschied.

Anders scheint sich das Kaninchen zu verhalten, bei welchem nach ausgiebigerer Enthaarung selbst im warmen Zimmer der Tod durch die fortschreitende Herabsetzung der Eigenwärme eintreten kann. Es mag sein, dass die derbere Haut und der meist reichlich entwickelte Panniculus adiposus dem rasirten Meerschweinchen einen besseren Wärmeschutz gewährt, als die zarte Cutis dem Kaninchen. Ebensowenig schadeten den Meerschweinchen nach unseren Erfahrungen vorübergehende Wärmeentziehungen, bei welchen die Temperatur bis auf 30° C. herabgesetzt wurde.

Obwohl wir von vorneherein nicht viel Hoffnung hatten, über die Ursache der durch die Abkühlung veränderten Disposition der Thiere zu Infectionskrankheiten exactere Aufschlüsse zu erhalten, zogen wir doch vergleichsweise an abgekühlten und normalen Thieren einige Factoren in Betracht, welche möglicherweise an der erhöhten Disposition betheiligt sein könnten.

So wurde die bactericide Fähigkeit des Blutserums und des Blutes, die Concentration des Blutes durch Zählung der rothen Blutkörperchen, die Temperaturverhältnisse vergleichsweise einer Prüfung unterzogen. Auch den lokalen Veränderungen, welche durch die Infection verursacht wurden, wendeten wir stets die Aufmerksamkeit zu. Die Grösse der Infiltrate, die Phagocytose von Seiten der angelockten Leucocyten, wurden in vielen Fällen genau vergleichsweise untersucht.

Die bactericide Fähigkeit des Blutserums wurde bei Meerschweinchen und bei Kaninchen, welche zum Theile einfach rasirt, zum Theile — als die ersten Versuche kein Ergebniss lieferten — durch starke Wärmeentziehungen (Eis auf die Bauchdecken) beträchtlich abgekühlt waren, ermittelt. Trotz zahlreicher Versuche mit Typhusbacterien, Staphylococcus, Pneumonie-

bacterien konnte ein Unterschied der beiden Sera nicht constatirt werden. Um einen Einblick in die Versuchsresultate zu ermöglichen, will ich das Ergebniss eines Versuches mittheilen.

Versuch vom 10. August.

Zwei Hasen, 1290 g und 1280 g Gewicht; ein Hase wird zur Hälfte rasirt. Die Temperatur betrug vor dem Rasiren 39,6° C., nach dem Rasiren 36° C. Das Thier wird am geöffneten Fenster bei kaltem Regenwetter gehalten. Am nächsten Tage ist die Temperatur morgens 39,7° C. das Thier wird mit Wasser befeuchtet und auch der Kopf und die Extremitäten rasirt. Schon mittags fühlte sich die Haut auffallend kühl an, und als ich um 5 Uhr nachmittags das Thier sah, lag es unter tonisch-klonischen Krämpfen auf der Seite; die Respirationsfrequenz, die beim Controlthier 93 pro Minute betrug, war auf 44 Athemzüge gesunken, die Temperatur betrug 25,2° C.

Der Versuch wurde doch zu Ende geführt, weil ich hoffte, dass bei dieser brüsken Temperaturerniedrigung sich vielleicht Unterschiede in der bactericiden Fähigkeit des Blutserums ergeben würden. Das Ergebniss ist in der folgenden Tabelle zu ersehen:

Aussaat: Bacillus typhi abdominalis.

Zeit der Aussaat	Blutserum des normalen Thieres			Blutserum des abgekühlten Thieres		
	Probe A	Probe B	Inactivirtes Serum	Probe A	Probe B	Inactivirtes Serum
sogleich	4116 Keime	5220 Keime	3146 Keime	4206 Keime	3002 Keime	4124 Keime
1/2 Std.	3840 »	4300 »	3584 »	2446 »	3086 »	5082 »
1 1/2 »	166 »	315 »	12160 »	78 »	61 »	8960 »
2 1/2 »	56 »	58 »	21000 »	12 »	16 »	19000 »
5 1/2 »	5 »	12 »	unzählige	3 »	—	unzählige
7 1/2 »	3 »	10 »	unzählige	1 »	—	unzählige

In ähnlicher Weise ergaben auch die übrigen Versuche das Resultat, dass ein wesentlicher Unterschied in der Wirksamkeit der untersuchten Sera nicht bestünde.

Der Concentration des Blutes haben wir unser Augenmerk zugewendet mit Rücksicht auf die von Lubarsch,[1]) Gärtner[2]) festgestellte Thatsache, dass der allgemeinen Anämie ein prädisponirender Einfluss zu Infectionen zukomme. Von vorneherein

1) Lubarsch, Infectionswege und Krankheitsdisposition in Ergebnisse der allgemeinen Aetiologie von Lubarsch und Ostertag. Wiesbaden 1896, S. 258.

2) Gärtner, Beitrag zur Aufklärung des Wesens der sog. Praedisposition. Ziegler's Beiträge, Bd. IX, 1890.

schien es mir nicht unmöglich, dass insbesondere die durch das Rasiren bewirkte »chronische« Wärmeentziehung, das Auftreten anämischer Zustände begünstigen könne. Gärtner konnte z. B. zeigen, dass Kaninchen, denen man etwa 1/10 ihrer Blutmenge entzogen hatte, nach der Infection mit dem Staphylocokkus zur Allgemeininfection besser disponirt sind als Controlthiere. Es trat reichlich Abscessbildung ein und selbst dann, wenn die Blutentziehung nach der Impfung vorgenommen wurde, trat eine erhebliche Beschleunigung der Infection ein.

Die Blutkörperchenzählungen gaben leider nur das Resultat, dass grosse Schwankungen der Zahl der rothen Blutkörperchen bei den Meerschweinchen existiren, allein ein gesetzmässiges Abnehmen oder Zunehmen bei den rasirten Thieren war nicht constatirbar. Um Missverständnissen vorzubeugen, will ich erwähnen, dass die durch einen kurz dauernden Kältereiz hervorgerufenen Veränderungen in der Blutkörperchenzahl, welche Winternitz,[1]) Grawitz[2]) u. A. nach dem Bade constatirt haben, mich nicht interessirten; deshalb wurden die Thiere nie kurz nach dem Rasiren, sondern erst am nächsten Tage auf ihre Blutkörperchenzahl untersucht. Die Zählung geschah mit dem Zeiss-Thoma'schen Apparat, die Blutentnahme aus einer angeritzten Ohrvene. Ich fand z. B. (Thier 110):

am 23. VII. 6 356 400 rothe Blutkörperchen,
» 24. VII. wird das Thier rasirt,
» 25. VII. 5 724 000 rothe Blutkörperchen,
» 27. VII. 6 224 000 » »
» 31. VII. 5 016 000 rothe Blutkörperchen,
» 11. VIII. 7 360 000 » »

In einem andern Falle (Thier 111):

am 24. VII. 7 683 600 rothe Blutkörperchen,
an demselben Tage rasirt,
am 25. VII. 5 720 000 rothe Blutkörperchen,
» 31. VII. 7 704 000 » »
» 11. VIII. 6 080 000 » »

1) Winternitz, Centralbl. f. klin. Medic., 1893, S. 1017.
2) Grawitz, Centralbl. f. klin. Medic., 1894.

Controlzählungen normaler Meerschweinchen ergaben Zahlen wie 6812000, 7976000, 5860800, 5576000 rothe Blutkörperchen. Man sieht also, dass grosse Unterschiede in den Zahlen gegenüber den Controlthieren nicht bestanden. Die weissen Blutkörperchen wurden im Blute nicht gezählt, dagegen wurde in zwei Versuchen die bactericide Fähigkeit des defibrinirten Blutes ermittelt, welche, wie Hahn[1]) unlängst gezeigt hat, einen Rückschluss auf die im Blute vorhandenen Leukocytenzahl gestattet. Wenigstens für den Menschen konnte Hahn feststellen, dass das bactericide Vermögen des Blutes von seiner Leukocytenzahl wesentlich beeinflusst wird.

Dass auch hierin nicht erhebliche Unterschiede vorhanden sein dürften, bewiesen mir zwei Versuche, in welchen die bactericide Wirkung des defibrinirten Blutes normaler und abgekühlter Meerschweinchen, bezw. Hasen gegenüber dem Typhusbacillus und dem Choleravibrio geprüft wurden. Die ausgesäten Platten liessen keine Unterschiede erkennen.

Nicht ganz geklärt scheint mir die Frage, ob die cellulären Abwehrvorrichtungen, die unserem Organismus zur Verfügung stehen, auch bei dem abgekühlten Thiere in der gleichen Weise in Function treten wie bei den normalen Individuen. Allerdings bekamen auch die abgekühlten Thiere an der Injectionsstelle stets Infiltrate, die sogar meist umfangreicher waren als die der Controlthiere. Die angesammelten Leukocyten zeigten auch in Bezug auf ihre Phagocytose kein abweichendes Verhalten.

Man könnte sich aber vorstellen, dass, wie aus der schwereren Infection geschlossen werden kann, bei den abgekühlten Thieren energischere Reize von Seiten der üppiger werdenden Mikrobien ausgelöst würden und damit allein die stärkere Infiltration erklärt wäre.

Um eine Täuschung auszuschliessen und um möglichst gleiche Reize einwirken zu lassen, habe ich bei einer Anzahl abgekühlter und nicht abgekühlter Thiere Injectionen von Aleuronatbrei in die Brusthöhle ausgeführt und erwartet, dass in

1) Hahn, Berliner klin. Wochenschrift, 1896, Nr. 39.

gesetzmässiger Weise weniger Leukocyten angelockt würden, wenn man die Thiere, sei es durch Rasiren oder durch Baden, vor oder nach der Einspritzung abkühlt. Die Methode, durch Aleuronatbrei Leukocyten anzulocken, ist nach Versuchen im Buchner'schen Laboratorium als eine vorzügliche zu bezeichnen.

In der That traf unsere Voraussetzung in manchen Fällen zu, und ich fand bei einigen Sectionen einen höchst bemerkenswerthen Unterschied in der Exsudatmenge zu Ungunsten der abgekühlten Thiere. In vielen Fällen war aber der Unterschied recht geringfügig, so dass ich gerade über diese Verhältnisse ein abschliessendes Urtheil jetzt noch nicht abgeben will, sondern ein genaueres Studium auf Grund weiterer Versuche mir vorbehalte.

Für die Beurtheilung der Wärmeverluste, welche rasirte Thiere erleiden, war es nothwendig, den Temperaturverhältnissen ein besonderes Augenmerk zuzuwenden. Solche Messungen an rasirten Thieren hat Edenhuizen[1]) gemacht; er fand jedoch keine Abnahme der Körpertemperatur nach theilweiser oder gänzlicher Entfernung der Haare, während Krieger[2]) bei einem geschorenen Kaninchen eine Herabsetzung der Eigenwärme von rund 1° C. durch 5 aufeinanderfolgende Tage constatirte.

Krieger untersuchte auch die Unterschiede in der Wärmeabgabe experimentell und fand, dass die Wärmeabgabe, durch einen intacten Pelz gleich 100 gesetzt, beim geschorenen Pelz 190 und bei dem mit Leinöl, Firniss bestrichenen 238 betrage, Zahlen, welche auch geeignet sind, Einblicke in die hohen Wärmeverluste zu gestatten, welche gefirnisste Thiere erleiden.

In Uebereinstimmung mit Krieger sind auch die Versuche, welche Richet[3]) an geschorenen Kaninchen anstellte, und die

1) Edenhuizen, Zeitschr. f. ration. Medic., 1863, 3. Reihe, Bd. XVII.

2) Krieger, Untersuchungen und Beobachtungen über die Entstehung von entzündlichen und fieberhaften Krankheiten. Zeitschrift f. Biolog., V, S. 475.

3) Richet, La température de mammifères et des oiseaux. Revue scientifique, 1884, cit. nach Schuster, Archiv f. Hygiene, Bd. VIII, S. 62.

im Durchschnitt eine Temperaturerniedrigung von 0,6° C. bei den geschorenen Thieren im Vergleiche mit den Controlthieren ergaben.

Unsere Messungen stimmen recht gut mit denen von Krieger und Richet überein.

So fand ich z. B. beim Meerschweinchen am 21. VII. vor dem Rasiren 39,6, nach dem Rasiren 37,4 cm, am 22. VII. 38,4, am 25. VII. 38,2, am 25. VII. 38,9, am 29. VII. 38,5.

Nach mehreren anderen Messungen fand ich bei Meerschweinchen, wenn man von dem Temperaturabfalle unmittelbar nach dem Rasiren absieht, im Mittel eine Temperaturerniedrigung von 0,5° C. bis 1,0° C.

Bei Hühnern betrug der Temperaturabfall nach dem Entfiedern rund 2° C. Diese Messungen beziehen sich selbstverständlich auf nicht inficirte Thiere, indem durch die Infection, welche ja vielfach bei den Controlthieren ausblieb, leicht die Temperaturerniedrigung der abgekühlten Thiere hätte bedingt sein können.

Es steht also fest, dass es bei allen unseren Versuchsthieren, auf welche Art immer sie abgekühlt wurden, zu einer dauernden oder vorübergehenden Herabsetzung der Eigenwärme gekommen war. Die Herabsetzung der Eigenwärme ist der Ausdruck für die grossen Wärmeverluste, welche die abgekühlten Thiere erlitten hatten. Wir glauben ein Recht zu haben, gerade in dieser Störung der natürlichen Wärmeökonomie, welche theils durch eine vorübergehende — brüske Abkühlung der Versuchsthiere — theils durch eine dauernde Herabsetzung der Eigenwärme — Rasiren der Thiere — zum Ausdruck kam, die Ursache der Erhöhung der Disposition zu Infectionskrankheiten zu sehen. An irgend welche von der abgekühlten Haut reflectorisch ausgelöste Nerveneinflüsse zu denken, scheint uns überflüssig.

Ist nun durch diese Ergebnisse in irgend einer Weise die Aetiologie der Erkältungskrankheiten dem Verständnisse nähergerückt worden?

Ehe wir auf diese Frage eingehen, wollen wir einiges über den Begriff und die aufgestellten Theorien kennen lernen.

In der Aetiologie einer grossen Anzahl Erkrankungen spielen Erkältungseinflüsse eine vielfach unaufgeklärte Rolle. Während die alten Aerzte fast bei jeder Erkrankung die Erkältung als ursächliches Moment bezeichneten, — Schönlein[1]) lässt 80 Krankheiten durch Erkältung entstehen — machte sich in Folge der Entdeckung der Mikrobien als Krankheitserreger eine Gegenströmung gegen diese Auffassung geltend, und man wies den Zusammenhang von Erkrankung und Erkältung als unbewiesen und unaufgeklärt zurück. Man glaubte dazu ein volles Recht zu haben, indem für die meisten typischen Erkältungskrankheiten, wie Pneumonie, Bronchitis u. s. w., Mikroorganismen als Erreger bekannt wurden. In einseitiger Auffassung stellte man sich vor, dass nur die Anwesenheit des Mikroorganismus ausschlaggebend sei, es sollte sich im Organismus vermehren wie auf einem todten Nährboden. »Von dem lebendigen Widerstande, von der Reaction des befallenen Körpers war keine Rede.« [2]) Die Forschungen der neueren Zeit haben aber ergeben, dass bei den Infectionskrankheiten nicht der mikroskopische Keim allein die Hauptrolle spiele, sondern dass der Zustand des Wirthsorganismus bei seinem Kampfe mit dem Eindringling wesentlich in Betracht komme. Man hat gefunden, dass die individuelle Empfänglichkeit durch allerlei Einflüsse, wie Hunger, Durst, Ermüdung, erhöht werden könne, und von diesem Standpunkte aus ist der Einfluss der »Erkältung« auf den Ablauf von Infectionsprocessen wieder discutirbar und experimentell zugänglich geworden.

Den Glauben an einen Zusammenhang von Erkältung und Erkrankung zu beseitigen, ist den gegnerischen Behauptungen nie gelungen.

Ueber den Begriff Erkältung herrscht in der Literatur keine Einigkeit. Die meisteu Autoren geben an, dass eine Erkältung

1) Fick, Ueber Erkältung. Habilitationsrede, Vortrag im hygienischen Verein, Zürich 1888.

2) Gruber, Pasteur's Lebenswerk, S. 37, Wien 1896.

bei einem plötzlichen Wechsel der Temperatur wie etwa beim Verlassen eines warmen Bades, beim Austritt aus einem überfüllten Schauspielhause in die kalte Aussenluft zu Stande komme. Die Schwankungen der Temperatur können sich dabei innerhalb jener Grenzen vollziehen, welche erfahrungsgemäss von den Individuen an und für sich ohne Schaden ertragen werden. Die durch den Temperaturabfall geschaffene Abkühlung der äusseren oder inneren Körperoberflächen wird um so intensiver, wenn die kühlere Luft zugleich in stärkerer Bewegung begriffen war, oder wenn Theile der Haut getroffen werden, welche gewöhnlich durch die Kleidung bedeckt sind. Ist die Haut feucht, sei es durch die Secretion von Schweiss oder durch eine von aussen einwirkende Nässe, so wird die Abkühlung noch energischer vor sich gehen, indem zu der Einwirkung der niederen Temperatur auch der Wärmeverlust durch das verdunstende Wasser sich gesellt.

Es scheint jedoch der plötzliche Uebergang von einer höheren Temperatur in eine niedrigere nicht die alleinige Ursache der Erkältungskrankheiten zu sein, indem wie Seitz[1]) hervorhebt, häufig schwere Erkältungsformen auftreten, wenn nur ein Theil der Körperoberfläche dauernd in irgend einer Weise abgekühlt wird.

So ruft erfahrungsgemäss ein feiner Luftzug, der etwa bei einem am Schreibtische ruhig arbeitenden Menschen durch längere Zeit einen mangelhaft bedeckten Körpertheil (Knie, Hals) trifft, Catarrhe oder Rheumatismen hervor, während andererseits dasselbe Individuum sich nicht erkältet, wenn es sich im Freien einem heftigen, kalten Winde aussetzt.

Ebenso unverständlich wären, wenn der Temperaturcontrast allein eine Rolle spielte, die Erfahrungen, welche alltäglich in Bädern und Kaltwasserheilanstalten gemacht werden, wo sich sensible Individuen aus einem Dampfraum von etwa 40° C., ohne Schaden zu nehmen unter die Kaltwasserbrause begeben können,

---

1) Seitz, Ziemssen's Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie: Ueber leichte Erkältungskrankheiten, Leipzig 1875.

während man leicht unter der Annahme einer dauernden Wärmeentziehung die Erkältungen, welche beim Schlafen bei offenem Fenster, beim Sitzen im feuchten Grase, bei totaler Durchnässung der Kleider, nach langem Verweilen in kalten Bädern oder nach Entfernung des gewohnten Bartes auftreten, verstehen kann.

Aber auch durch die Abkühlung innerer Körperoberflächen, insbesondere der Schleimhäute des Magens und Darmes können erfahrungsgemäss Erkältungskrankheiten (Diarrhoen) begünstigt werden. Ein besonderes Gewicht legen Laien auf die Schädlichkeit eines kalten Trunkes bei erhitztem Körper (Hitztrunk), welcher namentlich in der Aetiologie der Lungenentzündung eine gewiss vielfach überschätzte Rolle spielt.

Von den Erkältungskrankheiten wesentlich unterschieden sind die durch Erfrieren hervorgerufenen pathologischen Erscheinungen, welche vor allem nur durch die dauernde Einwirkung sehr niedriger Temperaturen zu Stande kommen können. Entweder kommt es dabei zu einer erheblichen Herabsetzung der Eigenwärme, welche selbst zum (Erfrierungs-) Tode führt, wenn die Körpertemperatur — wie man gewöhnlich annimmt — unter 20° C. gesunken ist, oder es entstehen lokale pathologische Processe, in leichteren Fällen eine Entzündung der Haut (Frostbeulen), in schwereren Fällen selbst eine Mortification der Gewebe. Dabei wird immer nur der von der Kälteeinwirkung betroffene Körpertheil zum Krankheitssitze, während bei der Erkältung die Erkrankung an weit abgelegenen Körperstellen sich lokalisiren kann. Dabei schliessen sich Erkältung und Erfrierung nicht aus. Es kann ein Individuum sehr leicht durch eine langdauernde Wärmeentziehung eine lokale Erfrierung (Ohr, Nase) erleiden und weiterhin an einer Pneumonie erkranken, welch letztere wir aber nicht als einen Erfrierungs-, sondern als einen Erkältungszustand zu bezeichnen gewohnt sind. Die Abkühlung bringt also nur indirect, indem sie eine functionelle Störung erzeugt, die Erkrankung hervor.

Trotz der mannigfachen Lokalisation scheint für die meisten Individuen, welche häufig an Erkältungen leiden, ein schon

vorher erkrankter Körpertheil als locus minoris resistentiae die Prädilectionsstelle für eine neuerliche Erkrankung zu sein.

Ueber den Zusammenhang von Erkältung und Erkrankung sind eine Anzahl Hypothesen aufgestellt worden, von denen jedoch keine einzige alle Thatsachen in befriedigender Weise zu erklären im Stande ist.

Die älteste Ansicht ging darauf hinaus, dass durch die Erkältung die Secretion der Haut unterdrückt und dadurch ein dem Organismus schädlicher Bestandtheil, der sonst durch die Haut ausgeschieden worden wäre, zurückgehalten würde: Retentionstheorie.

Man glaubte, dass die örtlichen Krankheiten, welche der Erkältung folgen, ein Product der Ablagerung der schädlichen Substanzen seien.

Eine physiologische Grundlage für die gefährlichen Folgen der künstlich unterdrückten Hautperspiration wurde geschaffen durch die zahlreichen Experimente, bei welchen die Haut der Versuchsthiere mit verschiedenen Substanzen, wie z. B. Gummi arabicum, Leim, Theer, Oel, Firniss überzogen wurde. Diese Thatsache scheint Sanctorius[1]) (1614) gekannt zu haben. Bei Thieren hat sie Fourcault[2]) experimentell zuerst 1838 ausgeführt. Er überzog Thiere theilweise oder ganz mit Leim, Pech oder Pflastermassen, und constatirte bei den meist rasch sterbenden Thieren acute Entzündungen, Hyperämien der Musculatur, Blutfülle der inneren Organe. In gleicher Weise constatirte auch Ducros[3]) die schädliche Wirkung des Lacküberzuges bei Thieren, die er wie Fourcault auf die unterdrückte Hautperspiration zurückführte. Bequerel und Brechet[4]) experimentirten über denselben Gegenstand, constatirten jedoch ein beträchtliches Sinken der Eigenwärme um 14—18° C., welches

1) Handbuch der allgemeinen Pathologie. Herausgegeb. von Wagner, 4. Aufl., Leipzig 1868.

2) Fourcault, Compt. rend. d'ac. 1838, Janv., Juin, p. 367, ref. Froriep Not., 1841, Bd. 19, S 78.

3) Froriep Not., 1841, Bd. 19, p. 296.

4) Becquerel und Brechet, Archiv général de méd., 1841, tom. XII, p. 517. Weitere Untersuchungen veröffentlichten: Gluge, Abhandl. zur

bei Kaninchen schon nach 1—1½ Stunden nach dem Ueberziehen mit Leim, Talg, Harz auftrat[1]). Sie bezeichneten gerade diese Temperaturerniedrigung als Ursache des Todes, eine Ansicht, welche durch die Untersuchungen von Laschkewitsch[1]) und namentlich durch Krieger[2]) durch Experimente bestätigt wurde.

In schlagender Weise konnte Laschkewitsch seine Ansicht durch einen Versuch erhärten, indem er zeigte, dass gefirnisste, aber in Baumwolle gewickelte Thiere keine krankhaften Erscheinungen zeigten und so lange sich wohlbefanden, als sie die wärmende Umhüllung trugen.

Eine andere Theorie sucht die Ursache der Erkältung nur in einer vorübergehenden Unterdrückung der Hautsecretion[3]) und ihrer Rückwirkung auf den Stoffwechsel; die Noxe ist also durch die mechanische Rückstauung der Secrete gegeben. Eine dritte Ansicht hält die Affection der Nerven der erkälteten Hautparthie, welche ihrerseits Störungen auf reflectorischem Wege hervorbringen soll, für die Ursache der Erkältungskrankheiten. So bezog Hermann[4]) das plötzliche Auftreten von Apoplexien nach Erkältungen auf eine Blutdruckerhöhung, welche die brüchigen Gefässe zur Zerreissung bringen kann. Als thatsächliche Grundlage dieser Ansicht beschreibt Hermann Experimente, die Ganz in seinem Laboratorium ausführte und die darin bestanden, dass Kaninchen, deren willkürliche Musculatur durch Curare gelähmt war, auf eine Einspritzung von kaltem Wasser in den Magen, mit einer Blutdruckerhöhung von 40 bis 60 mm Hg reagirten. In Uebereinstimmung mit der Hermann-

Physiol. und Pathol., Jena 1841. Gerlach, Müller's Archiv, 1851, S. 467. Edenhuizen, Zeitschrift f. rationelle Medicin, 1863, 3. Reihe, Bd. XVII. Valentin, Archiv f. physiologische Heilkunde, 1858, Bd. II, S. 433—488. Lang, Archiv für Heilkunde, Bd. XIII, S. 277—287, 1872. Socoloff, Centralbl. f. d. med. Wissensch., 1872, Nr. 44 und Feinberg, Centralbl. für d. med. Wissensch., 1873 und Virchow's Archiv, Bd. 59, S. 270.

1) Laschkewitsch, Archiv für Anatomie und Physiologie, 1868.

2) Krieger, Untersuchungen und Beobachtungen über die Entstehung von entzündlichen und fieberhaften Krankheiten. Zeitschr. f. Biol., V, S. 476.

3) Uhle und Wagner, Handbuch.

4) Hermann, Pflüger's Arch., Bd. III, S. 8.

schen Hypothese steht die Beobachtung von Berger[1]), dass plötzliche Todesfälle (Apoplexien etc.) vorzugsweise in Monaten, in denen Schwankungen der Temperatur und des Luftdruckes beobachtet werden, aufzutreten pflegen.

Eine andere Erklärung des Erkältungs-Problems hat Rosenthal[2]) gegeben. Er geht von der von ihm und Hoppe[3]) beobachteten Erscheinung aus, dass bei Thieren, die künstlich erwärmt wurden, die Körpertemperatur, wenn sie aus dem erhitzten Raume in die gewöhnliche Zimmerluft kommen, nicht nur zur Norm zurückkehrt, sondern beträchtlich tiefer sinkt. In der hohen Temperatur werden nach Rosenthal's Ansicht die Hautgefässe des Thieres gelähmt, es strömt viel mehr Blut durch die Haut als normal und das Thier verliert trotz der geringeren Differenz zwischen Körpertemperatur und der Wärme der Umgebung so viel Wärme, dass seine Eigenwärme verhältnismässig langsam steigt. Kommt es nun in die gewöhnliche Zimmerwärme oder in die kalte Aussenluft, so bleiben seine Gefässe noch für einige Zeit gelähmt und zwar um so länger, je höher die Temperatur war, der das Thier ausgesetzt gewesen, und je länger es in dieser Temperatur verweilt hat. Da nun die Differenz zwischen Eigenwärme und der Umgebungstemperatur eine bedeutende ist, so kühlt das in den dilatirten Hautgefässen fliessende Blut beträchtlich ab; das vorher erwärmte Thier verliert also erheblich mehr Wärme als ein normales Thier bei gleicher Umgebungswärme. Seine Körpertemperatur sinkt nicht nur auf die Norm sondern unter dieselbe.

Ein ähnlicher Vorgang soll nach Rosenthal auch beim Menschen beim Uebergange von überhitzten Räumen (Tanzsaal, Theater) in die kalte Atmosphäre stattfinden, indem die erweiterten Hautgefässe, die nur träge auf den Kältereiz reagiren, eine Abkühlung des Blutes zu Stande kommen lassen, welche

---

1) Berger, Zeitschrift für Biol., IV. 1868.

2) Rosenthal, Zur Kenntnis der Wärmeregulirung bei den warmblütigen Thieren, Erlangen 1872 und Hermann, Handb. der Physiologie: Physiologie der thierischen Wärme.

3) Arch. f. pat. An., Bd. XI, S. 453.

ihrerseits pathogenetisch auf die inneren Organe beim Zurückströmen wirkt.

Gegen diese Theorie ist vielerlei einzuwenden, und vor allem ist es höchst unwahrscheinlich, dass das nur geringfügig abgekühlte Blut die von Rosenthal postulirten Parenchym-Veränderungen in den inneren Organen erzeugen sollte.

Man kann sich nach Versuchen von Falk an Kaninchen und Beobachtungen beim Menschen diese Temperaturerniedrigung des Blutes kaum vorstellen, indem selbst nach intensiven Ueberhitzungen die Blutgefässe der Haut sich in der kalten Atmosphäre ausserordentlich rasch contrahiren.

Erfahrungsgemäss sinkt auch, wie Liebermeister[1]) nachgewiesen hat, selbst beim ruhenden Menschen die Temperatur in der Achselhöhle nicht sogleich, wenn auf die Haut selbst in weiter Ausdehnung kalte Luft einwirkt, was aber doch erfolgen müsste, wenn eine Abkühlung der Blutmasse stattfände. Es kann im Gegentheile sogar die Körpertemperatur um einige Zehntheile eines Grades ansteigen.

Ferner erklärt die Rosenthal'sche Hypothese nicht jene Erkältungen, welche beim Uebergange aus einem mitteltemperirten Raume in die kühle Aussenluft zu Stande kommen, indem der hypothetische Lähmungszustand der Hautgefässe hierbei vollkommen ausgeschlossen erscheint, ein Einwand, den Siegmund[2]) in der dem Rosenthal'schen Vortrage folgenden Discussion in der Berliner medicinischen Gesellschaft bereits hervorgehoben hat.

Ebensowenig ist es, selbst unter der Annahme des herabgesetzten Gefässtonus, erklärlich, dass die Blutmasse von einer kleinen Hautparthie (Hals, Fuss), deren Entblössung erfahrungsgemäss Erkältungen hervorrufen kann, so stark abgekühlt werden könne, dass sie schädigend auf die inneren Organe einwirkt; und weiterhin blieben jene Erkältungen unerklärt, bei welchen Wärmeentziehungen allmählich stattfinden (Erkältung nach Durchnässung der Kleider, durch Zugluft u. s. w.).

---

1) Liebermeister, Archiv. f. Anat. u. Physiol., 1860, S. 523.

2) Berliner klinische Wochenschrift, 1872, S. 193.

Heymann[1]) hat die trophischen Nerven für die Veränderungen, welche die Erkältung hervorruft, verantwortlich gemacht, indem er eine »rheumatische Reizung der sensiblen Nerven annahm, welche auf benachbarte oder entfernte trophische Nerven einwirkend, durch den Reizungszustand der letzteren, eine entzündliche Ernährungsstörung in den dazugehörigen Geweben und Organen« veranlassen soll.

Auf die Unmöglichkeit, jede Erkältung durch reflectorische Vorgänge zu erklären, hat Falk[2]) aufmerksam gemacht. Das Hauptgewicht legt er vielmehr auf die unmittelbare Schädigung der Organe durch die Abkühlung. Für alle Erkältungskrankheiten der Athmungswege vom einfachen Catarrhe bis zu den schweren Entzündungen komme es wesentlich in Betracht, dass sie den Schwankungen der Atmosphäre unmittelbar exponirt sind, das kindliche Gehirn, welches durch die dünneren Knochenlamellen oder durch die Fontanellen einen mangelhaften Wärmeschutz geniesst, ist ein häufiger Sitz pathologischer Processe (Blutungen und Entzündungen). Kinder mit Wolfsrachen erkranken leichter an Pneumonie als normale. Allerdings ist in dem letzteren Falle die Inspirationsluft nicht nur weniger vorgewärmt, sondern auch mangelhaft filtrirt.

Dass die Haut, obwohl sie meist zunächst von der Erkältung getroffen wird, selten »rheumatisch« erkrankt, beruht darauf, dass einerseits die Temperatur der Haut auch in der Norm niedriger und wechselnder ist als die der inneren Organe, und dass andererseits die Haut durch ihr festes Gefüge widerstandsfähiger ist als die zarten Schleimhäute. Die Ansicht, dass die Kälte durch directe Einwirkung die Organe afficirt, hat vor Falk bereits Runge[3]) in einer lesenswerthen und durchaus auf praktischen Erfahrungen fussenden Abhandlung hervorgehoben.

Dennoch wird man den Ansichten Runge's und Falk's nicht beistimmen können, indem es unverständlich wäre, wieso

1) Heymann, Berliner klinische Wochenschrift, 1872, S. 447.

2) Falk, Ueber Entstehung von Erkältungskrankheiten. Arch. f. Anat. u. Physiol., 1874, S. 159.

3) Runge: Deutsches Archiv f. klinische Medizin, Bd. 12, S. 217.

lokale Abkühlungen der Haut durch Eisbeutel, der Mund- und Rachenschleimhaut, durch kaltes Wasser oder Eis oder schliesslich die bei leichten Operationen geübten Anaesthesirungen mit Aetherspray, welche das Gewebe sicherlich stärker durchkälten als die Temperatur der Atmosphäre es jemals vermag, nicht schwere Erkältungsprocesse hervorbringen.

Ein indirectes Interesse für den Erkältungsprocess besitzen auch die Versuche von Lassar[1]), welcher an abgekühlten Kaninchen, die durch die Einwirkung kalten Wassers hervorgerufenen pathologisch-anatomischen Veränderungen studirt hat. Die enthaarten Thiere wurden aus einem Brutraume von 34—35° C., in welchem sie 15—20 Stunden verweilt hatten, plötzlich in einen grossen Kübel mit eiskaltem Wasser bis zum Halse eingetaucht und darin 1—3 Minuten festgehalten. Die Rectaltemperatur sinkt dabei stets unter die Norm und erreichte je nach der Länge des Aufenthaltes in kaltem Wasser selbst 32° C. Wird das sorgfältig abgetrocknete Thier frottirt und in die Sonnen- oder Ofenwärme gebracht, so friert es, manchmal stundenlang, wie man aus seiner zusammengekauerten Haltung und an dem heftigen Zittern des Körpers erkennt. Mit fast absoluter Regelmässigkeit tritt nach Ablauf von 1—2 Tagen eine später oft hochgradig werdende Albuminurie auf, während gleichzeitig die Rectaltemperatur um 1,5° C. über die Normaltemperatur steigt. In vielen Fällen dauerte die Eiweissausscheidung nur wenige Tage und ging schliesslich ganz zurück, manchmal persistirte sie aber selbst monatelang. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Organe, welche dem unbewaffneten Auge normal erschienen, ergab sich als constantes Resultat der Abkühlung die Ausbildung von interstitiellen Entzündungen in Nieren, Leber, Lungen und Herzfleisch, die Haut zeigte gar keine Veränderungen, die Gefässe, namentlich in Lunge und Leber, waren oft enorm dilatirt, die Arterien angefüllt, mit thrombotischen Massen, in den bindegewebigen Interstitien war fleckweise eine reichliche Auswanderung von farblosen Blutkörperchen vorhanden. Ebenso wie die

1) Lassar, Virch. Arch., Bd. 79, S. 168, 1880.

enthaarten Kaninchen reagirten unverletzte Thiere, wenn sie der gleichen Abkühlung ausgesetzt wurden. Bei graviden Thieren zeigten sich die beschriebenen Erscheinungen selbst in den Organen des Fötus. Erwähnt sei, dass Lassar sich in Bezug auf die Erklärung der beschriebenen pathologischen Veränderungen an die Rosenthal'sche Hypothese anschliesst.

In neuerer Zeit hat Schenk[1]) eine freilich wenig wahrscheinliche Erkältungstheorie aufgestellt. Er geht von der von ihm beobachteten Erscheinung aus, dass Mikroorganismen das Bestreben haben, in einem hängenden Tropfen einem erwärmten Körper (Kupferdraht) zuzuströmen. Er nennt diese Erscheinung Thermotaxis. In ähnlicher Weise sollen auch die krankmachenden Mikroben aus der kalten Atmosphäre oder aus einem kalten Raume dem eintretenden warmen Körper des Menschen zuströmen und in diesem ihre deletäre Wirkung entfalten.

Aus der grossen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen. welche bei den Erkältungskrankheiten auftreten, aus der beträchtlichen Anzahl der aufgestellten Theorien, welche immer nur für einen kleinen Kreis von Erkrankungsformen Geltung haben und andere völlig unerklärt lassen, können wir schliessen, dass es sich sicherlich nicht um aetiologisch einheitliche Vorgänge handeln wird.

Vielfach wird die zufällige Coïncidenz von Erkältung und Erkrankung zu falschen Deutungen Anlass geben; das post hoc wird ohne Begründung zum propter hoc. In anderen Fällen dürfte die Störung der Wärmeregulation als ein Symptom einer beginnenden Erkrankung aufzufassen sein. Auf diesen Punkt hat insbesondere Fick[2]) aufmerksam gemacht, der darüber sagt (S. 13): »Und noch ein zweiter falscher Schluss verführt den Patienten, die Erkältung als Ursache seiner Erkrankung anzusehen. Bekanntlich beginnen alle acuten fieberhaften Krankheiten mit Frösteln oder wie z. B. die Lungenentzündung mit

1) Schenk, Centralblatt für Bacteriologie, XIV. Bd., 1893, S. 32.

2) Fick, a. a. O.

heftigem Frieren, was Beides ein untrügliches Zeichen dafür ist, dass der Kranke bereits fiebert. Nun stellen Sie sich vor, es sitzt jemand ganz vergnügt am Fenster, plötzlich fängt er an zu frieren; er begiebt sich zu Bett; am nächsten Tag ist die Sache schlimmer, der Patient lässt daher den Arzt rufen, und der Arzt findet eine Lungenentzündung. Sollen wir es dem Patienten übel nehmen, wenn er nun sagt, jawohl, gestern am offenen Fenster habe ich mich erkältet, ich habe es ja am Frieren deutlich gefühlt. Der Patient weiss ja nicht und kann nicht wissen, dass sein Frieren bereits Folge, keineswegs Ursache der Erkrankung gewesen ist.«

In vielen Fällen dürfte es sich nur um eine vermehrte Ausscheidung der Drüsen der Schleimhäute, welche wir als Schnupfen u. s. w. zu bezeichnen pflegen, handeln, die als reflectorisch durch den Kältereiz hervorgerufene Secretionen zu deuten sind, und mit einer wirklichen Erkrankung nichts zu thun haben. Dafür spricht schon klinisch die Thatsache, die fast jeder an sich selbst beobachtet hat, dass, wenn man aus dem warmen Bett mit unbedeckten Füssen heraustritt, man fast unvermittelt einen Reiz zum Niessen, Räuspern oder Husten verspürt. Bei vielen Individuen äussert sich die Wirkung dieses Temperaturwechsels in dem Auftreten von Leibschmerzen und Diarrhöe. All' diese Symptome können in wenigen Minuten völlig verschwunden sein, wenn das Individuum wieder das warme Bett aufsucht oder in irgend einer Weise dem Körper Wärme zuführt.

In noch erhöhterem Maasse dürften Abkühlungen einer Hautparthie die Ausscheidungen der catarrhalisch inficirten Schleimhaut beeinflussen.

Fick beobachtete an sich, als er an einem Catarrhe der Rachenschleimhaut litt, dass der Hustenreiz jedesmal bedeutend zunahm, wenn er eine Weile an dem zugigen Fenster gesessen hatte, und dass der Hustenreiz nachliess, wenn er sich vom Fenster weg und in die Nähe des Ofens setzte.

Zum Verständniss dieser reflectorisch angeregten Hypersecretion kann ein Versuch herangezogen werden, den Ross-

bach[1]) beschrieben hat, und den ich einige Male mit im wesentlichen gleichem Resultate wiederholen konnte.

So wurde am 19. Juni einer Katze die Trachea von der Bifurcation der Bronchien bis zum Kehlkopfe gespalten. Die Schnittränder wurden mit Spateln auseinandergehalten, so dass man die Schleimhaut der Trachea deutlich sehen konnte. Applicirte man dann Eis auf die Bauchdecken, so röthete sich nach vorübergehendem Erblassen nach etwa einer Minute die Schleimhaut intensiv und erhielt allmählich ein feuchtes Aussehen. Die venöse Hyperaemie, welche nach Rossbach[1]) einer dauernden Contraction der Arterien zuzuschreiben ist, geht leicht zurück, wenn man statt Eis etwa einen warmen Ziegel auf die Bauchhaut applicirt. Bringt man abermals Eis anf die Bauchdecken, so tritt abermals, wenn auch weniger deutlich, nach vorübergehendem Erblassen, die Röthung der Schleimhaut auf.

Es kann also wenigstens beim Thiere, durch lokale Kältereize an entfernteren Stellen eine Hyperaemie der Schleimhaut entstehen, durch welche sicherlich die Thätigkeit der Schleimdrüsen angeregt wird. Der secernirte Schleim wirkt als Fremdkörper und veranlasst die Reflexbewegung des Niessens, Räusperns oder Hustens.

In das räthselhafte Gebiet der reflectorischen Beeinflussung von Secretionen durch lokale Abkühlung gehören auch jene eigenthümlichen Erkrankungsformen, die als paroxysmale Haemoglobinurie von Chvostek[2]) erst unlängst einer eingehenden Besprechung unterzogen worden sind.

Ein hervortretendes Symptom ist das Auftreten von Blutfarbstoff im Harne in unmittelbarem Anschlusse an Abkühlungen periferer Körpertheile z. B. nach dem Eintauchen der Hände oder Füsse in kaltes Wasser; dass die Kälte hierbei nur reflectorisch (lokale Contraction der Arterien, dadurch erzeugte Stase

1) Rossbach, Ueber die Schleimbildung und die Behandlung der Schleimhaut-Erkrankungen in den Luftwegen. Festschr., Leipzig 1862, refer. Schmidt, Jahrb. 194, S. 212.

2) Chvostek, Ueber das Wesen der paroxysmalen Haemoglobinurie 1894 u. Senator: Nothnagel's spec. Path. u. Ther., XIX., I. Th., II. Abth., 1886.

und grösserer Kohlensäure-Gehalt des Blutes) die Zerstörung rother Blutkörperchen und hierdurch die Ausscheidung von Haemoglobin im Harne verursacht, geht aus der von Chvostek neuerlich bestätigten Thatsache hervor, dass auch eine durch blosse Abschnürung des Fingers gesetzte Circulationsstörung geeignet ist, den pathologischen Harnbefund hervorzurufen.

Eine weitere Gruppe von Erkrankungen nach Erkältungen, die sogenannten Kälte-Apoplexien hat Hermann durch die reflectorische Blutdrucksteigerung nach lokalen Kälteeinwirkungen zu erklären versucht.

Er nahm auf Grund eines Versuches von Ganz, welcher, wie schon früher erwähnt, eine beträchtliche Blutdrucksteigerung bei Kaninchen nach Einspritzung von kaltem Wasser in den Magen beobachtet hatte, an, dass brüchige Gefässe, durch die Blutdrucksteigerung zur Zerreissung gebracht werden können. Ob aber auch von der äusseren Haut durch eine plötzliche Abkühlung eine intensive Blutdrucksteigerung ausgelöst werden könne, scheint mir nach Versuchen, die an Thieren angestellt wurden, noch sehr fraglich.

Horwath[1]) vermochte z. B. selbst bei hochgradiger Abkühlung nicht, bei Kaninchen eine Veränderung des Blutdruckes in der Carotis mit Hilfe des Ludwig'schen Kymographions nachzuweisen. Erhebungen des Blutdruckes fielen immer mit Bewegungen des Thieres zusammen und selbst im Momente der Berührung der Haut der Thiere mit Schnee vermochte Horwath eine Blutdrucksteigerung nicht zu constatiren.

Um ein eigenes Urtheil über die Blutdruckschwankungen bei Application von Kältereizen zu erlangen, habe ich mit Herrn Dr. A. Kreidl, Assistenten am Wiener physiologischen Institute, dem ich hiermit für seine Liebenswürdigkeit bestens danke, einen Versuch an einem ausgewachsenen Kaninchen angestellt. Es ergab sich, dass der Blutdruck in der Carotis bei der Berührung der Haut mit einem kalten nassen Tuche zwar stets anstieg, um aber sogleich wieder auf die normale Höhe herabzusinken, dass

1) Horwath, Beiträge zur Wärmeinanition. Wiener medic. Wochenschrift, 1870, S. 719.

er aber auch vorübergehend anstieg, wenn ein warmes Tuch oder die blosse Hand auf die Haut aufgelegt wurde. Auch beim Wegnehmen des kalten wie des warmen Tuches reagirte der Blutdruck in ähnlicher Weise, so dass man nicht fehlen wird, wenn man dem tactilen Reize und nicht der Temperatur die Beeinflussung des Blutdruckes zuschreibt.

Nach dem Ausfall dieses Versuches ist es kaum anzunehmen, dass den Schwankungen des Blutdruckes eine erhebliche Bedeutung für das Zustandekommen von Erkältungskrankheiten zukomme.

Bei einer anderen Gruppe von Erkältungskrankheiten scheint eine intensive Abkühlung der Haut und die dadurch bewirkte intensive Wärmeentziehung ursächlich die Hauptrolle zu spielen.

In jenes Gebiet dürften die schweren Infectionskrankheiten: Pneumonie, Typhus, Meningitis gehören, welche erfahrungsgemäss leicht bei Leuten auftreten, die eine starke Abkühlung erfahren haben.

Solche Abkühlungen können durch die starke Durchnässung der Kleider, welche im nassen Zustande weiter auf dem Leibe getragen wurden, durch das übermässig lange Verweilen in kalten Bädern, durch das Ablegen eines gewohnten Kleidungsstückes, das uns einen starken Wärmeschutz gewährte, durch die Aufnahme grosser Mengen eines kalten Getränkes, hervorgerufen werden.

Das gemeinsame Moment dieser Erkrankungsursachen scheint uns die Störung der natürlichen Wärmeökonomie zu sein, welche zu einer mehr oder minder intensiven Herabsetzung der Eigenwärme führt und von diesem Standpunkte glaube ich, dass wir berechtigt sind, die Resultate unserer Thierversuche auf diese Erkrankungsgruppen zu übertragen.

Wir würden also annehmen müssen, dass auch beim Menschen, wie wir dies bei unseren abgekühlten Thieren gesehen haben, die Disposition zu den Infectionskrankheiten durch die Abkühlung verändert wird.

Darf man aber aus der Herabsetzung der Temperatur unserer kleinen Versuchsthiere, welche überdies in so ausgiebiger Weise

des natürlichen Wärmeschutzes beraubt sind, auf ähnliche Vorkommnisse beim Menschen schliessen, nachdem das Verhältnis von Körperoberfläche und Körpervolumen ein so verschiedenes ist? Ein solcher Schluss, der sich nur auf die Befunde bei den Thieren stützte, wäre voreilig. Jedoch sprechen gewichtige Erfahrungen dafür, geeignet, das früher als Dogma tradirte Gesetz der unumstösslichen Constanz der Eigenwärme des Menschen wesentlich zu modificiren. Vor Allem steht es fest, dass eine Herabsetzung der Körpertemperatur durch kalte Bäder erzielt werden kann.[1]) Therapeutisch machen wir von diesen Wärmeentziehungen bei Fiebernden ausgiebig Gebrauch. Speck[2]) fand in Versuchen, die er an sich selbst angestellt hatte, dass ein Bad von 21,3° bis 23° C. die Temperatur um 0,6° bis 1,6° C. bei einem Aufenthalte von 6 bis 12 Minuten, ein Bad von 20,5° C. bei einem Aufenthalte von 12 Minuten um 1,6° C. herabsetzte. Riegel[3]) fand eine Herabsetzung der Rectumtemperatur bis zu 0,5° C., indem er auf Brust- und Bauchhaut kalte Umschläge auflegte.

Selbst das ruhige Verweilen in mässig temperirten Zimmern im entkleideten Zustande genügte, um die Mastdarmtemperatur, um einige Zehntel-Grade Celsius herabzudrücken (Winternitz,[4]) Senator)[5]).

Weniger gut verwerthbar, aber immerhin von Interesse, sind ältere Beobachtungen, die Davy[6]) an sich selbst angestellt hatte. Er mass seine Unterzungentemperatur nach längerem Verweilen in einer kalten Kirche und fand Temperaturen bis 34,9° C.

---

1) Liebermeister, Handbuch der Pathologie und Therapie des Fiebers, 1875, S. 110 und Winternitz, Hydrotherapie, II. Aufl., S. 329.

2) Speck, Deutsches Archiv f. klin. Med. XXXVII, S. 107 und dasselbe XXXIII, S. 375. Vergl. Wunderlich, Verhalt. d. Eigenw. in Krank., Leipzig, 1870.

3) Riegel, Wärmeregulation und Hydrotherapie. Deutsches Archiv f. klin. Medic., Bd. IX.

4) Winternitz, Virch. Archiv, Bd. 56, S. 1881 und Hydrotherapie, II. Aufl., S. 158.

5) Senator, Virch. Arch., Bd. 45.

6) Davy, Brücke, Vorlesungen über Physiologie, Wien 1885, S. 54.

Einen Rückschluss auf die wirkliche Körpertemperatur gestatten freilich Temperaturmessungen unter der Zunge nicht.

Ich kann den veröffentlichten Beobachtungen eine an mir selbst zweimal festgestellte Herabsetzung der Eigenwärme beifügen, die, wie ich glaube, lediglich dadurch zu Stande kam, dass ich während des Schlafes die gewohnte Leinenhose ausgezogen hatte.

Am 9. Juli schlief ich wegen der hohen Temperatur des Schlafgemaches ohne die sonst gewohnte Leinenhose. Etwa ½5 Uhr Morgens erwachte ich nach einer unruhig verbrachten Nacht. Ich hatte ein Gefühl starker Durchkältung und überdies Leibschmerzen. Die Temperatur der Achselhöhle betrug 35,9 ° C. Eine Viertelstunde später war die Temperatur der Achselhöhle 35,8 ° C., die gleich darauf gemessene Rectumtemperatur betrug 36,2 ° C. Um ¾6 Uhr betrug die Achselhöhlentemperatur 36,0 ° C., ½8 Uhr 36,1 ° C., Vormittags um 10 Uhr 37,0 ° C.

Dass auch ein kalter Trunk die Körperwärme herabzusetzen im Stande ist, lehren Versuche von Liebermeister[1]), der nach Aufnahme von 880 ccm Wasser von 5,6° C. ein Absinken der Achselhöhlentemperatur um 0,45° C. und nach Aufnahme von 1260 ccm Wasser von 15,1°—15,8° C. um 0,37° C. constatirte.

Winternitz[2]) fand eine Erniedrigung der Mastdarmtemperatur um 1,05° C., nachdem 25 Min. vorher das Versuchsindividuum 500 ccm Wasser von 8° C. genommen hatte.

Angesichts dieser Versuche scheint es mir ungezwungener, die Schädigung des kalten Trunkes eher in der Herabsetzung der Körperwärme zu vermuthen, als in der Erhöhung des Blutdruckes.

Aus all' diesen Beobachtungen geht mit voller Sicherheit hervor, dass auch beim Menschen Wärmeentziehungen, wie sie erfahrungsgemäss vor manchen Erkältungskrankheiten beobachtet werden, eine Herabsetzung der Eigenwärme bewirken können.

---

1) Liebermeister, Handbuch der Pathologie und Therapie des Fiebers. Leipzig 1875, S. 123.

2) Winternitz, Hydrotherapie, II. Aufl., S. 297.

Es ist noch eine Frage zu erörtern: Woher stammen die Mikroorganismen, welche ihre krankmachende Wirkung im menschlichen Organismus entfalten sollen? Die Schenk'sche Theorie, nach welcher die Mikroorganismen aus einem kalten Raume durch die »Thermotaxis« dem menschlichen Körper entgegenfliegen sollen, ist gezwungen und nicht glaublich. Viel wahrscheinlicher ist es, an die in den Körperhöhlen befindlichen Bacterien zu denken. Es wird seit Langem angenommen, dass die auf fast allen Schleimhäuten gesunder Individuen vorkommenden pathogenen Mikrobien erst dann ihre krankmachende Wirkung entfalten können, wenn der Organismus durch irgend eine Noxe geschädigt ist.

Als eine solche Schädlichkeit haben uns unsere Versuche die Abkühlung mit der dadurch verbundenen Herabsetzung der Körpertemperatur kennen gelehrt. Die Ansicht von Fränkel,[1]) Weichselbaum,[2]) Jaccoud,[3]) welche die Erkältung — in unserem Sinne eine wirkliche Abkühlung — als das begünstigende Moment für die intrapulmonale Ansiedelung und Wucherung der bis dahin schadlos im Speichel vorhandenen Pneumonieerreger bezeichneten, ist dem Verständniss nähergerückt worden.

Die Annahme, dass durch die Abkühlung eine lokale Schädigung der Auskleidung der Lungenoberfläche, etwa eine Lähmung der Flimmerepithelien, wie sie Lipari angenommen hat, verursacht würde, scheint mir völlig unnöthig; abgesehen von der allen physiologischen Erfahrungen widersprechenden Vorstellung, dass Flimmerepithelien, welche geradezu in der Kälte conservirbar sind, durch die Abkühlung gelähmt werden sollen, brauchen wir überhaupt keine wie immer geartete Epitheläsion anzunehmen, seitdem man durch die Versuche von Buchner, Merkel, Enderlen[4]) u. A. weiss, dass Mikrobien, vorausgesetzt, dass sie pathogen für die Thierspecies sind, auch durch die intacte

1) Fränkel, Zeitschrift für klinische Med., Bd. 10.

2) Weichselbaum, Wiener med. Wochenschr., 1886, Nr. 39.

3) Jaccoud, Sur la pneumonie aigue. Compt. rend. Ac. IV. 87, Nr. 17.

4) Archiv für Hygenie, Bd. 8.

Schleimhaut völlig normaler Thiere direct in die Blutbahn eindringen können.

Der Begriff der Pathogenität eines Mikroorganismus ist jedoch nur ein relativer. Es kann vorkommen, dass der Parasit, den ein Individuum — man wäre versucht, zu sagen, physiologisch beherbergt — die geeigneten Bedingungen für seine Ansiedelung vorfindet, wenn der Organismus irgend eine Schädigung seiner natürlichen Widerstandskraft erfahren hat.

Das Zustandekommen der Infection ist von einer Reihe von Factoren abhängig, sie ist der Ausdruck der Niederlage des Wirthsorganismus im Kampfe mit dem Eindringling, die vielleicht ausbleibt, wenn alle Abwehrvorrichtungen in ungeschwächter Stärke dem Feinde gegenüberstehen, während sie unvermeidlich wird, wenn die Streitkräfte, seien es Zellen oder chemische Gifte, eine functionelle Störung erfahren haben.

Schou[1]) fand bei Kaninchen, denen man durch die Durchschneidung der Vagi die bekannte Vaguspneumonie erzeugt hatte, in mehreren Fällen als Erreger der Pneumonie eine Bacterienart. Vermuthlich kann auch dieser Mikroorganismus, der ein häufiger Bewohner der Schleimhäute des Kaninchens sein dürfte, erst dann seine pathogene Befähigung entfalten, wenn durch den operativen Eingriff (Vagusdurchschneidung) die natürliche Widerstandsfähigkeit des Organismus gelitten hat.

Wir sind also auch hier, wie auf vielen anderen Gebieten der biologischen Forschung zu dem Schlusse gelangt, dass der pathogene Mikroorganismus nur einen Factor für das Zustandekommen der Infection bedeutet und dass noch andere Verhältnisse im Organismus ausschlaggebend sind, die wir mit einem Sammelnamen als individuelle Disposition bezeichnen.

Den Erkältungskrankheiten liegen also sicherlich nicht einheitliche Vorgänge zu Grunde. Vielfach spielen sie in das Gebiet der reflectorischen Secretionsstörungen, vielfach scheint ein blosses zufälliges Nacheinander von Erkältung und Erkrankung unser Urtheil zu trüben. In manchen Fällen dürften reflectorisch

1) Schou, Fortschritte der Medicin, 1885.

ausgelöste Veränderungen der Schleimhäute die Wucherung der Krankheitserreger begünstigen.

Zum Theile scheint jedoch die Erkältung eine directe Schädigung der Widerstandskraft des Körpers zu bedeuten, indem sie zu einer Herabsetzung der Eigenwärme führt. In diesen Fällen kann sie, wenn wir unsere Thierversuche auf die menschliche Pathologie übertragen dürfen, die Ansiedelung von Mikroorganismen begünstigen, welche in Folge der erhöhten Disposition einen günstigen Boden für ihre Ansiedelung finden.

Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege.

Nach einer Mittheilung des ständigen Sekretärs, Geh. Sanitäts-Rath Dr. Spiess in Frankfurt a. M. wird die diesjährige Jahresversammlung des Vereins vom **14. bis 17. September** in **Karlsruhe** stattfinden, und sind folgende **Verhandlungsgegenstände** in Aussicht genommen:

1. Der augenblickliche Stand der Wohnungsdesinfection in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht.
2. Die Bekämpfung des Alkoholismus.
3. Die Nahrungsmittelfälschung und ihre Bekämpfung.
4. Die Vorzüge der Schulgebäude-Anlage im Pavillon-System für die Aussenbezirke der Städte.
5. Vortheile und Nachtheile der getrennten Abführung der Meteorwässer bei der Canalisation der Städte.
6. Die Verbreitung von Infectionskrankheiten in Badeorten und Sommerfrischen und Maassregeln zum Schutz der Bewohner und Besucher solcher Orte.

Der

15. Congress für innere Medicin

findet vom 9. bis 12. Juni 1897 zu **Berlin** statt. Die Abhaltung des Congresses geschieht nur in diesem Jahre ausnahmsweise zu Pfingsten. Die Sitzungen finden im Architektenhause (Wilhelmstrasse 92/93) statt, woselbst sich auch das Bureau befindet. Das Präsidium übernimmt Herr v. Leyden (Berlin).

Folgende Themata sollen zur Verhandlung kommen:

Am ersten Sitzungstage, Mittwoch den 9. Juni: **Die Behandlung des chronischen Gelenkrheumatismus.** Referenten: Herr Bäumler (Freiburg) und Herr Ott (Marienbad).

Am zweiten Sitzungstage, Donnerstag den 10. Juni: **Epilepsie.** Referent Herr Unverricht (Magdeburg).

Am dritten Sitzungstage, Freitag den 11. Juni: **Morbus Basedowii.** Referent Herr Eulenburg (Berlin).

Folgende Vorträge sind bereits angemeldet: Herr A. Fränkel (Berlin) und Herr C. Benda (Berlin): Klinische und anatomische Mittheilungen über akute Leukämie. — Herr v. Jaksch (Prag): Klinische Beiträge zur Kenntnis des Kohlehydratstoffwechsels. — Herr O. Liebreich (Berlin): Die Ziele der modernen medicamentösen Therapie. — Herr E. v. Leyden (Berlin): Ueber die Prognose der Rückenmarkskrankheiten. — Herr Martin Mendelsohn (Berlin): Die klinische Bedeutung der Diurese und die Hilfsmittel ihrer therapeutischen Beeinflussung. — Herr A. Baginsky (Berlin): Zur Pathologie und Pathogenese der kindlichen Sommerdiarrhöen; mit Demonstration. — Herr Emil Pfeiffer (Wiesbaden): Zur Aetiologie des chronischen Gelenkrheumatismus. — Herr Rumpf (Hamburg): Neue Gesichtspunkte in der Behandlung chronischer Herzerkrankungen. — Herr Fürbringer (Berlin): Zur Klinik der Lumbalpunction. — Herr Jacques Mayer (Karlsbad): Diabetes mellitus im jugendlichen Alter.

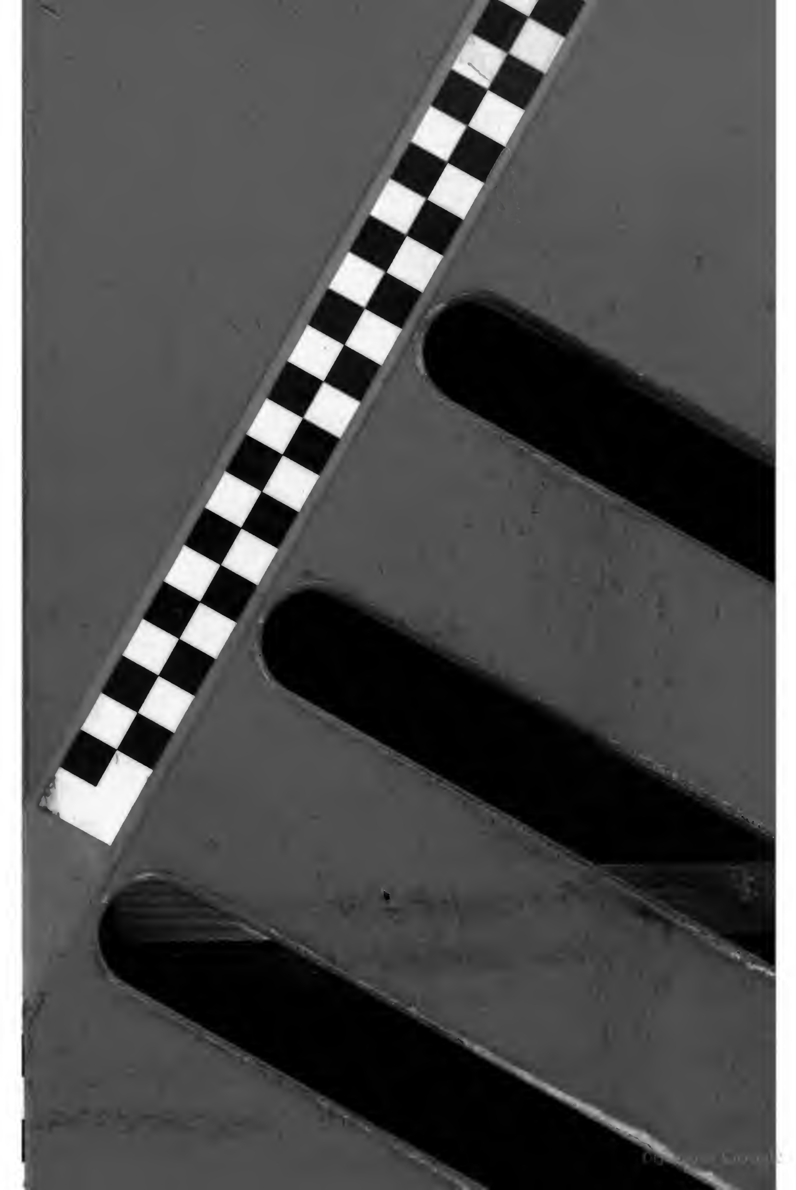
Weitere Anmeldungen von Vorträgen nimmt der ständige Sekretär des Congresses, Herr Emil Pfeiffer, **Wiesbaden,** Friedrichstrasse 4, entgegen.

Für Krankenvorstellungen und Demonstrationen ist eine ganze Nachmittagssitzung vorbehalten; dieselben bedürfen vorheriger Anmeldung.

Mit dem Congresse ist eine **Ausstellung von neueren ärztlichen Apparaten, Instrumenten, Präparaten etc.** verbunden. Auskunft über diese Ausstellung ertheilt der Vorsitzende des Ausstellungscomité's, Herr Generalarzt Schaper in Berlin, Königl. Charité, oder der Schriftführer des Berliner Lokalcomité's, Herr Priv.-Doc. Martin Mendelsohn, Berlin NW., Neustädtische Kirchstrasse 9, an welche auch die Anmeldungen der Demonstrationen etc. zu richten sind. Die Ausstellung wird gleichfalls im Architektenhause (Wilhelmstrasse 92/93) stattfinden. Das Festessen des Congresses wird im Zoologischen Garten abgehalten werden.




UNIVERSITY OF CHICAGO
63 376 972




UNIVERSITY OF CHICAGO
63 376 972